UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SIMULADOR DE MAQUINARIA PESADA CATERPILLAR DE FERREYROS S.A., CALLAO, 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
CHAPOÑAN SEMINARIO FERNANDO MARTIN

ASESOR:
MGTR. RODRÍGUEZ ALEGRE LINO ROLANDO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ
2017

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	**ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS**	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :

FERNANDO MARTÍN CHAPOÑAN SEMINARIO

cuyo título es:

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SIMULADOR DE MAQUINARIA PESADA CATERPILLAR DE FERREYROS S.A., CALLAO, 2017

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:
....11.....(número) ....once..... (letras).

Los Olivos, 10 de Agosto del 2018

.....
Presidente

.....
Secretario

.....
Vocal

DEDICATORIA

A mis padres, hermana y sobrino por ser las personas que me apoyan e inspiran a superarme día a día, además de su incondicional amor.

Con afecto a los profesores de la universidad y jefaturas de mi empresa que me ayudaron en mi formación profesionalmente, además de los buenos valores inculcados.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores por todo el apoyo brindado y por sus conocimientos en el desarrollo de mi proyecto de investigación.

Un agradecimiento especial a la empresa Ferreyros S.A. que me permitieron y brindaron las facilidades del caso para poder desarrollar mi proyecto de investigación.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Fernando Martin Chapoñan Seminario con DNI N 42453687, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que presento es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que toda la información presentada en esta tesis es auténtica y veraz. Por consiguiente asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Junio 2018

FERNANDO MARTIN CHAPOÑAN SEMINARIO

DNI: 42453687

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de Ferreyros S.A., Callao, 2017, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

Fernando Martin Chapoñan Seminario

GENERALIDADES

Título

Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de Ferreyros S.A., Callao.2017.

Autor

Chapoñan Seminario, Fernando Martín

Asesor

Mg.Rodríguez Alegre, Lino Rolando

Tipo de Investigación

Tipo de Investigación: Aplicada

Diseño de Investigación: Cuasi Experimental

Línea de Investigación

Gestión Empresarial y Productiva

Localidad

Lima, Perú

Ubicación de la empresa

Av. Argentina 5799 Carmen de la Legua – Callao

Duración de la Investigación

Fecha de Inicio : 01 de Junio 2017

Fecha de culminación: 30 de Junio 2018

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

RESUMEN

La presente tesis denominada “Aplicación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de Ferreyros S.A., Callao, 2017”, tiene como objetivo ,el determinar cómo aplicando mantenimiento preventivo mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de la empresa Ferreyros S.A., Callao , 2017 . El diseño de la tesis es cuasi – experimental de tipo aplicada, ya que busca confrontar la parte teórica con la realidad. La población está conformada por los números de servicio de capacitación por semana del simulador de maquinaria pesada Caterpillar, para la muestra se obtuvo datos durante 12 semanas en el período de enero y junio del 2018, analizados antes y después de la aplicación de mantenimiento preventivo . La técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la observación y el instrumento los informes de capacitaciones mensual con la finalidad de recoger datos de las dimensiones de las variables. Para el análisis de los datos se utilizó Microsoft Excel y Microsoft Word y estos fueron analizados en SPSS V.23, de manera descriptivo e inferencial con lo cual se utilizó tablas, figuras de barra. Por último se concluye la mejora de la productividad en 16%, así como su incremento en el cumplimiento de la ejecución del programa de mantenimiento y la disminución de paradas.

Palabras Clave: Mantenimiento preventivo, Productividad.

ABSTRACT

This thesis called "Application of Preventive Maintenance to improve the productivity of Caterpillar heavy machinery simulator of Ferreyros SA, Callao, 2017", aims to determine how applying preventive maintenance improves the productivity of the Caterpillar heavy machinery simulator of the company Ferreyros SA, Callao, 2017. The design of the thesis is quasi - experimental of applied type, since it seeks to confront the theoretical part with reality. The population is made up of the training service numbers per week of the Caterpillar heavy machinery simulator, for the sample data was obtained during 12 weeks in the period of January and June of 2018, analyzed before and after the application of preventive maintenance. The technique used for the data collection was the observation and the instrument the monthly training reports in order to collect data on the dimensions of the variables. For the analysis of the data, Microsoft Excel and Microsoft Word were used and these were analyzed in SPSS V.23, in a descriptive and inferential manner, using tables, bar figures. Finally, the improvement in productivity by 16% is concluded, as well as its increase in compliance with the execution of the maintenance program and the decrease in stops.

Keywords: Preventive maintenance, Productivity.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

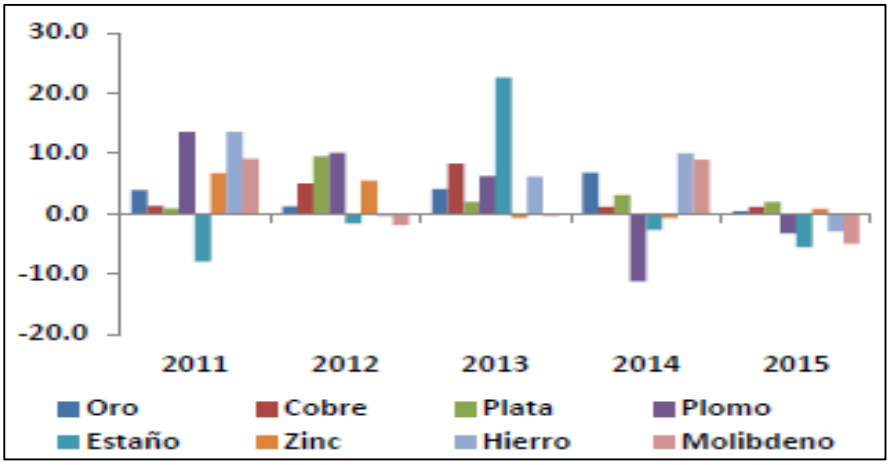
La producción mundial de los metales principales aumentó entre los años 2011 y 2015. China logró ser el mayor productor mundial de oro, plomo, estaño, zinc, hierro y molibdeno; adicionalmente este país se destacó como el segundo productor de plata y cobre. Además en los países latinoamericanos, México destacó como el principal productor de plata (19.2%), mientras que Chile lo fue para el cobre (31.6%) (U.S.G.S., 2016), lo cual se ve reflejado en el cuadro 1 y la gráfica 1 respectivo

Cuadro 1: Producción Mundial de los principales metales

Metal	2011	2012	2013	2014	2015
Oro[1]	2.66	2.69	2.80	2.99	3.00
Cobre[2]	16.1	16.9	18.3	18.5	18.7
Plata[1]	23.3	25.5	26.0	26.8	27.3
Plomo[2]	4.70	5.17	5.49	4.87	4.71
Estaño[1]	244	240	294	286	294
Zinc[2]	12.8	13.5	13.4	13.3	13.4
Hierro[3]	2.94	2.93	3.11	3.42	3.32
Molibdeno[1]	264	259	258	281	267

Fuente: USGS

Gráfico 1: Crecimiento de la Producción Mundial de Metales (%)



Fuente: USGS

Del cuadro 1 podemos observar que el oro, cobre y plata tuvieron mayor crecimiento en producción durante los períodos 2011 y 2015 a comparación de los demás metales y con respecto al Gráfico 1 observamos que el estaño tuvo un mayor crecimiento de producción en el 2013 respecto a los demás años.

Respecto a la producción nacional, la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas, informa sobre el crecimiento de la producción metálica al octavo mes del año 2017 (Gestión, Agosto 2017). En los resultados acumulados en el mes de agosto, se observa el incremento en la producción de zinc en un 11.16%, mientras el cobre creció en 4.24%, el molibdeno 6.99%, y el hierro en 9.58%. Por otro lado, el oro decreció en - 3.45% y la plata casi mantiene sus volúmenes de producción (-0.67%).

En el mes de agosto, un total de 665 unidades mineras reportaron actividad de producción (entre metálica y no metálica); y otras 297 unidades reportaron actividades de exploración. Las áreas de actividad en su conjunto, totalizan 1 millón 626,150 ha, que representan el 1.27% del territorio nacional. Esto se resume en el cuadro 2:

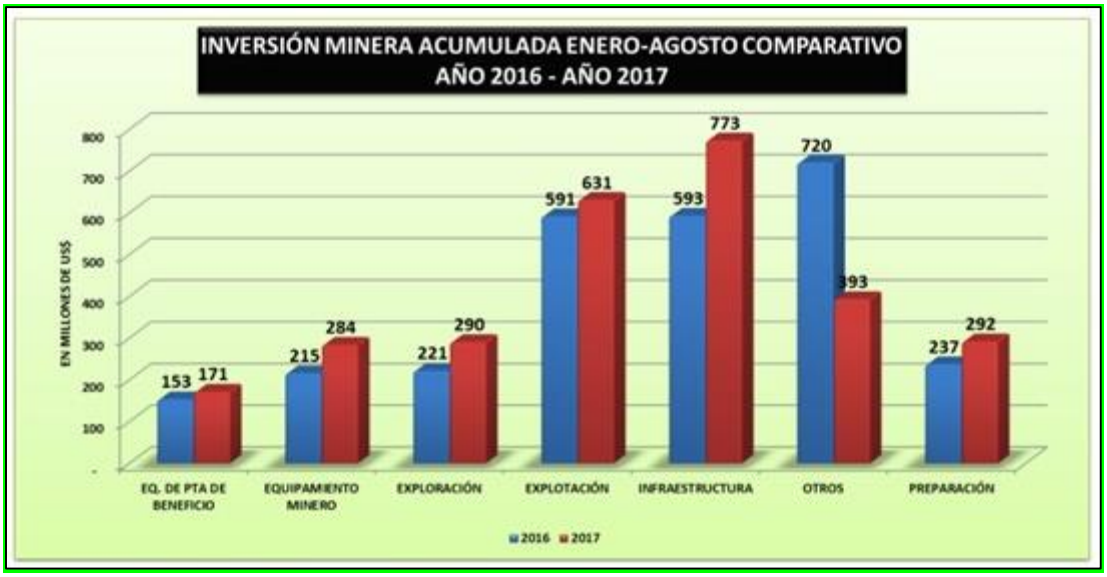
Cuadro 2: Producción minera en el Perú

Producción minera a agosto 2017				
METALES	UNIDAD DE MEDIDA	ENERO - AGOSTO		
		2016	2017	Var. % 2017/2016
COBRE	(TMF)	1,525,511	1,590,182	4.24%
ORO	(g finos)	102,188,894	98,664,725	-3.45%
ZINC	(TMF)	851,390	946,429	11.16%
PLATA	(kg finos)	2,909,434	2,889,995	-0.67%
PLOMO	(TMF)	208,737	201,999	-3.23%
HIERRO	(TMF)	5,528,950	6,058,698	9.58%
ESTAÑO	(TMF)	12,384	12,319	-0.52%
MOLIBDENO	(TMF)	17,079	18,273	6.99%

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Respecto a la inversión minera entre enero y agosto de 2017, esta alcanzó los US$ 2.833 millones, obteniendo un incremento del 3.8% con respecto al mismo periodo del año anterior, informo el Ministerio de Energía y Minas (MEM). De esta manera, las inversiones en minería registraron seis meses de continuo crecimiento. El gráfico 2 que describe el desglose de esta inversión en el sector minero entre los años 2016 y 2017:

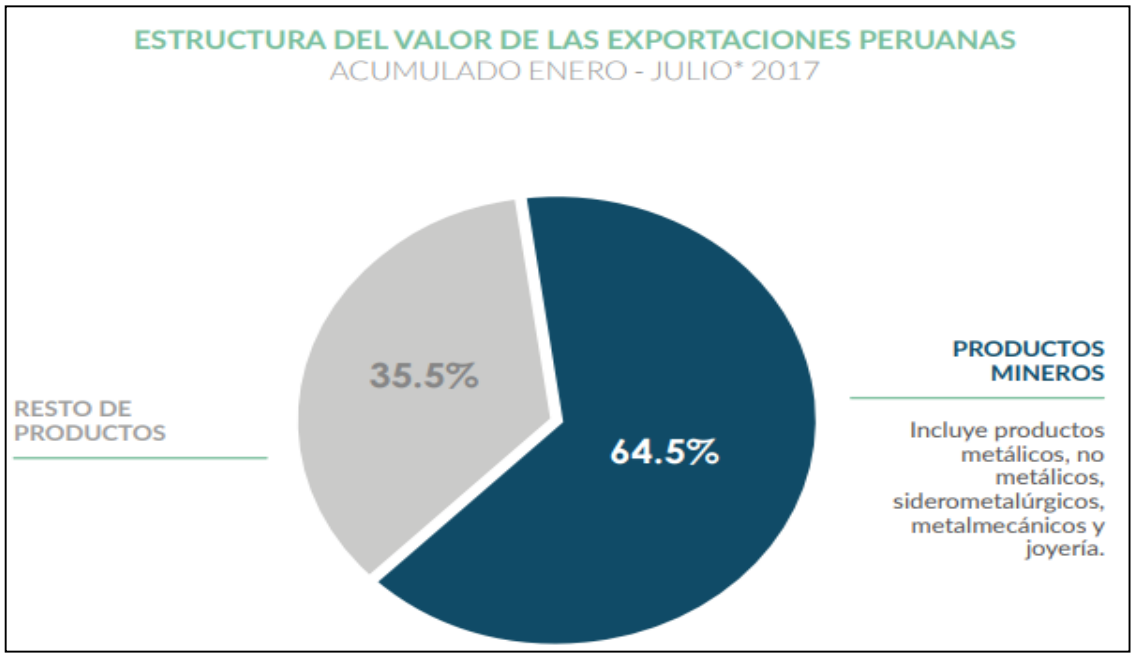
Gráfico 2: Inversión Minera en el Perú



Fuente: Ministerio de Energía y Minas

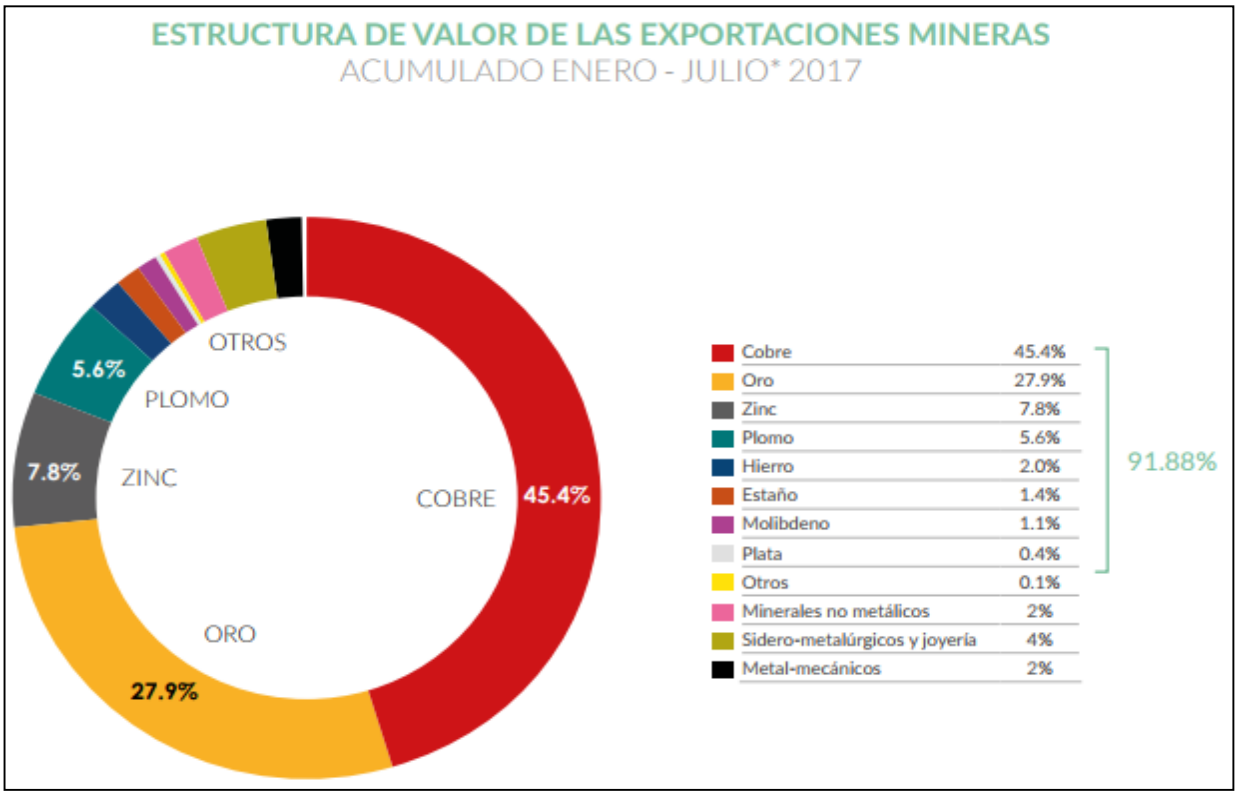
Respecto a las exportaciones mineras, el Banco Central de Reserva del Perú y SUNAT informa que es la actividad más importante generador de divisas. La estructura del valor de las exportaciones mineras respecto al total nacional para el año 2017 (al mes de Julio), se muestra en el gráfico adjunto.

Gráfico 3: Porcentaje de Exportaciones Nacionales



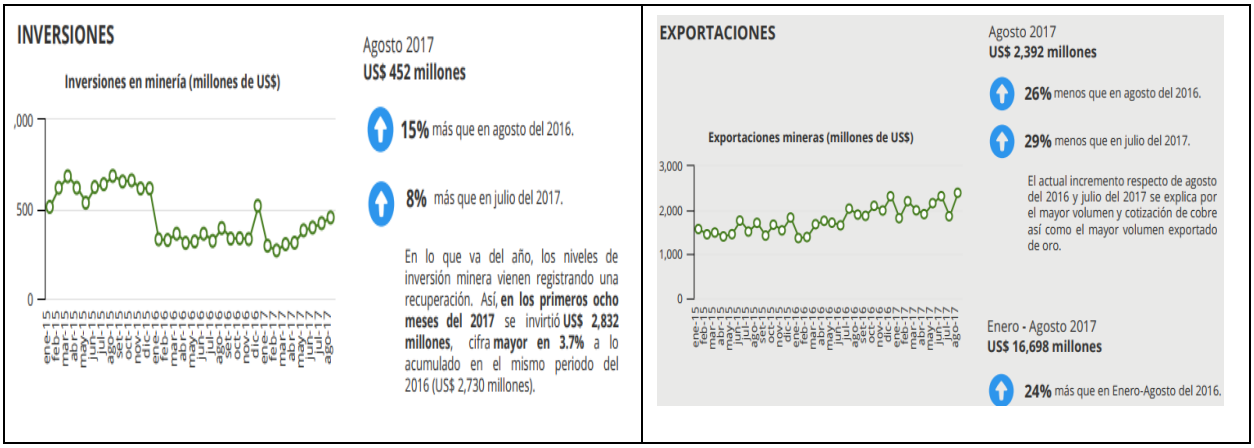
Fuente: Banco Central de Reserva del Perú y SUNAT – Aduanas

Gráfico 4: Porcentaje de Exportaciones Mineras por producto



Fuente: Notas de estudio del Banco Central de Reserva del Perú y SUNAT

Gráfico 5 : Reporte Minería – 2015 al mes de Agosto 2017



Fuente : Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía

El desarrollo de nuevas tecnologías incluye el desarrollo de métodos de mantenimiento de acuerdo a los equipos asignados. Debido al alto riesgo de la industria las consecuencias de un accidente podrían ser mortales, por lo ocurrido el 10 de setiembre del 2016; donde la sucrusal de la empresa ORICA ubicada en Antofagasta, Chile, explosionó dejando un saldo de 12 muertos y 02 desaparecidos. Aquel accidente se produjo durante labores de mantenimiento de los equipos (La Nación: Antofagasta, Chile, 11 de setiembre del 2016).

Esto nos indica de cómo los procesos deben estar regulados por estándares de operaciones y conductas de calidad que brinden seguridad a las instalaciones y personal. No basta con hacer las tareas de mantenimiento correctamente, sino que, además, respetar la periodicidad de las actividades de mantenimiento programadas.

Ferreyros S.A. es una empresa dedicada al rubro de la venta de maquinaria pesada, de servicios y repuestos. Es el representante exclusivo de bienes de capital de la marca CATERPILLAR en el Perú

A pesar de las caídas de los precios de los metales, el inventario de minas de Perú crece cada año; en esa medida, las ventas de equipos de minería están dando un fuerte impulso a la compañía. Por otro lado, las ventas de equipos nuevos también implican mucho más mantenimiento y reformas en el futuro. Es una dinámica que le está resultando útil a Ferreyros S.A. considerando lo mal que les está yendo a las mineras respecto a los precios internacionales. De todos modos, la caída del 50 por ciento en el precio del cobre desde 2012 implica que en el futuro habrá menos minas nuevas en Perú, Ferreyros podrá compensar la caída de la demanda para la construcción de nuevas minas con ventas fuertes en su división más rentable – repuestos y mantenimiento (Gestión, Enero 2016)

El simulador de maquinaria pesada Caterpillar ofrece un entrenamiento virtual que ha tomado mucha relevancia en estos últimos tiempos y se debe contar con un ambiente seguro para el entrenamiento de los operadores del cliente .Esto es esencial, pues pone a prueba las habilidades psicomotoras y el desempeño del personal que está siendo entrenado de acuerdo con los estándares Caterpillar.

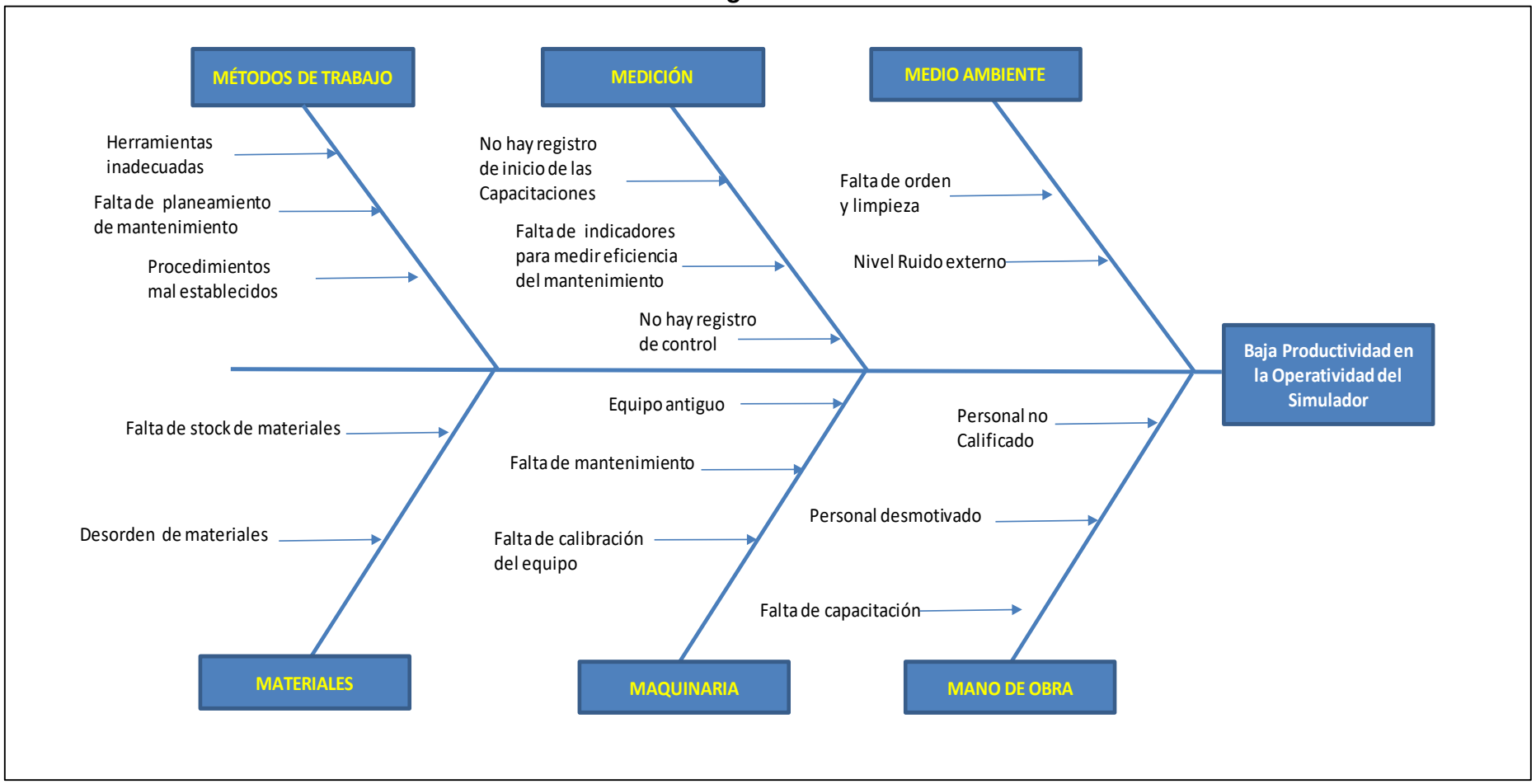
El principal problema de esta baja productividad del simulador es la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo que conlleva a insatisfacción del cliente y un bajo porcentaje de utilización del mismo.

Gráfico 6: Simulador de Maquinaria Pesada Caterpillar

Fuente: Página Oficial Cat Simulator

Para la identificación del problema se utilizó la información de actividades diarias del simulador y de servicios del mismo, que han quedado plasmados en el diagrama de Ishikawa adjunto (Gráfico 7)

Gráfico 7: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

Este Diagrama es una representación gráfica en la que se observa de manera relacional una especie de espina central, representando el problema a analizar.

Según el Diagrama de Ishikawa, la empresa Ferreyros SA presenta problemas que generan el deficiente servicio de mantenimiento en los simuladores Caterpillar tales como: Falta de evaluación de stock de repuestos, falta de mantenimiento de equipos, personal no calificado, nivel ruido externo, falta de calibración, personal desmotivado entre otros.

Por consiguiente, la aplicación del mantenimiento preventivo permitirá a la empresa aumentar la productividad de los simuladores y de esta manera poder cumplir con las programaciones del personal operario para las capacitaciones respectivas en estos teniendo un manejo eficiente de los repuestos y cumplimiento del programa de capacitación en el simulador al personal de los clientes por lo que estos quedarían satisfechos.

Para un análisis más minucioso se cuantificará mediante la técnica de Pareto, para lo cual se realizará una matriz de correlación; teniendo en cuenta lo siguiente:

RELACION

-Fuerte (5)
-Media (3)
-Débil (1)
-No hay relación (0)

Cuadro 3: Matriz de Correlación

	CAUSAS		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	FRECUENCIA
1	No hay registro de control	C1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	5	0	15
2	Falta de mantenimiento	C2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	No hay registro de inicio de capacitaciones	C3	5	0		0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	11
4	Falta de orden y limpieza	C4	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Falta de stock de materiales	C5	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Equipo antiguo	C6	0	5	0	0	5		0		5	0	5	0	5	0	3	28
7	Personal desmotivado	C7	3	0	0	1	0	0		0	0	0	0	0	1	1	0	6
8	Falta de capacitación	C8	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
9	Personal no calificado	C9	0	3	0	1	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	5
10	Procedimientos mal establecidos	C10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
11	Falta de calibración del equipo	C11	0	5	5	0	0	1	5	5	3	1		0	0	0	0	25
12	Falta de indicadores para medir la eficiencia del mantenimiento	C12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
13	Desorden de materiales	C13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
14	Herramientas inadecuadas	C14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
15	Nivel Ruido externo	C15	0	3	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1		10

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 3, con la ayuda de la matriz de correlación se puede establecer cuáles son las posibles causas que actúan con mayor fuerza frente al problema principal, se puede observar las de mayor correlación presentan un peso de 28.25, 15 y 11 como la máquina antigua, falta de calibración, disponibilidad de operario, personal no calificado respectivamente.

Para obtener un consolidado de los problemas más resaltantes que aparecen en la compañía, se elaboró un análisis de alternativa orientado en la aplicación del diagrama de Pareto (Cuadro 4), que lograra identificar los problemas con mayor frecuencia en la compañía.

Cuadro 4: Cuadro de Frecuencias

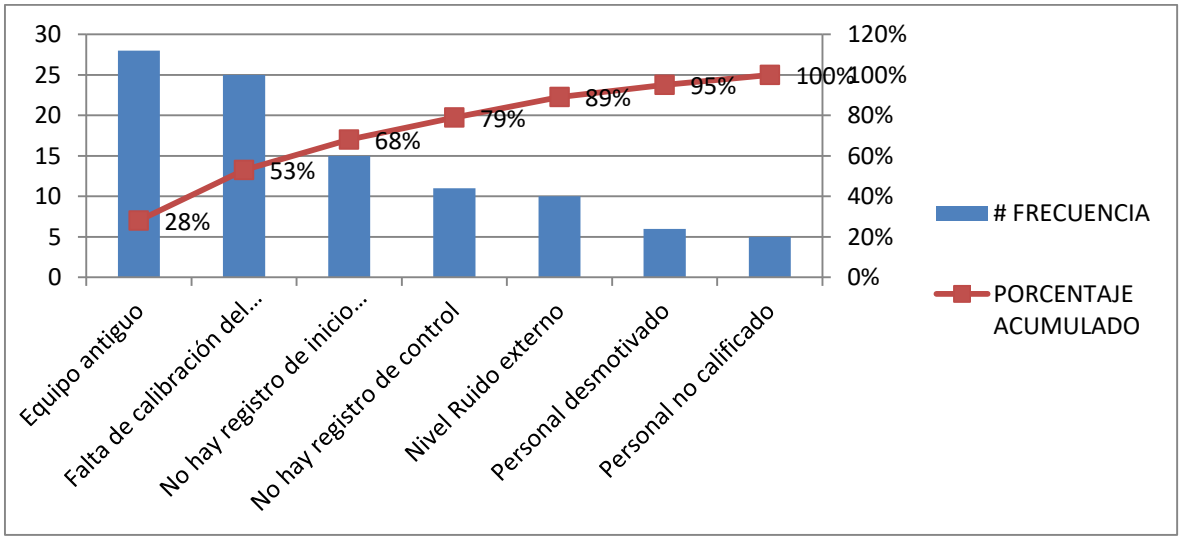
CAUSAS	# FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	80-20
Equipo antiguo	28	28	28%	28%	80
Falta de calibración del equipo	25	53	25%	53%	80
No hay registro de inicio de capacitaciones	15	68	15%	68%	80
No hay registro de control	11	79	11%	79%	80
Nivel Ruido externo	10	89	10%	89%	80
Personal desmotivado	6	95	6%	95%	80
Personal no calificado	5	100	5%	100%	80
Falta de mantenimiento	0	0	0%	100%	20
Falta de orden y limpieza	0	0	0%	100%	20
Falta de stock de materiales	0	0	0%	100%	20
Falta de capacitación	0	0	0%	100%	20
Procedimientos mal establecidos	0	0	0%	100%	20
Falta de indicadores para medir la eficiencia	0	0	0%	100%	20
Desorden de materiales	0	0	0%	100%	20
Herramientas inadecuadas	0	0	0%	100%	20
TOTAL	**100**				

Fuente: Elaboración Propia

Las frecuencias de los eventos fueron obtenidas a través de la Técnica de la Observación para lo cual se realiza un check list con los datos principales del simulador y las fallas presentadas durante el período.

A partir de la información anterior se ha elaborado el Diagrama de Pareto

Gráfico 8: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración Propia

Según el análisis de Pareto estos son los problemas que frecuentemente se presentan en la empresa, de los cuales es prescindible su investigación para su respectiva solución.

Por consiguiente se plantea que es conveniente aplicar el mantenimiento preventivo para darle solución a los problemas encontrados y así mejorar la productividad de los simuladores Caterpillar.

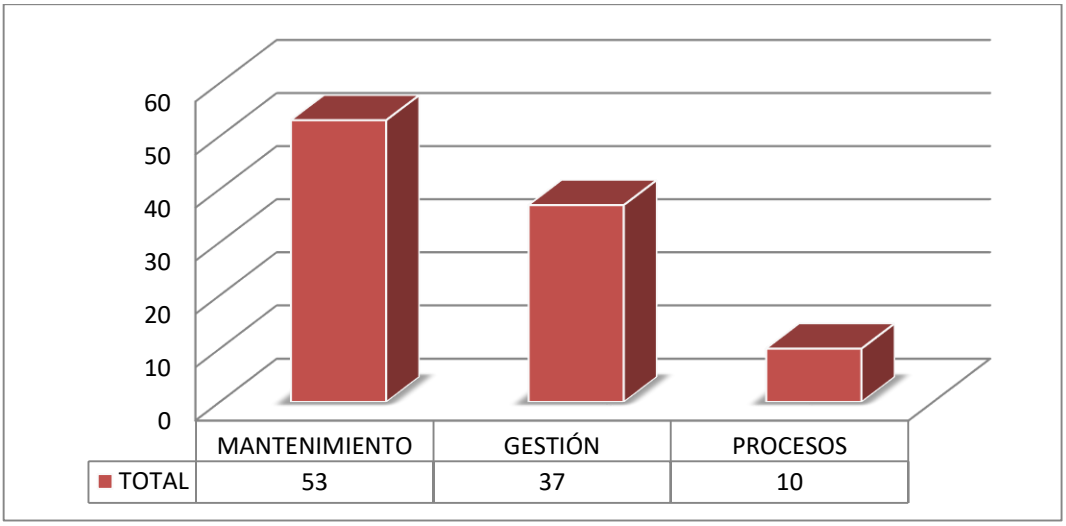
A continuación, se realiza una estratificación agrupándose por áreas para poder identificar con facilidad donde se presentan las causas con mayor intensidad. Para esto se tomará en cuenta tres áreas tal es el caso del área de Gestión, Procesos y Mantenimiento.

Cuadro 5: Estratificación de las causas por Áreas

CAUSAS	FRECUENCIA	ÁREA
Equipo antiguo	28	MANTENIMIENTO
Falta de calibración del equipo	25	MANTENIMIENTO
No hay registro de inicio de capacitaciones	15	GESTIÓN
No hay registro de control	11	GESTIÓN
Personal desmotivado	6	GESTIÓN
Personal no calificado	5	GESTIÓN
Nivel Ruido externo	10	PROCESOS

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 9: Diagrama de Estratificación



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 9, nos muestra la estratificación del total de las causas las cuales fueron agrupadas por áreas, en éstas podemos evidenciar que en el área de Mantenimiento influyen la mayor cantidad de causas teniendo un total de 53 de frecuencia, seguida del área de Gestión con una sumatoria de 37 de frecuencia.

Así mismo del área de Procesos con un total de 10 de frecuencia y por último tenemos el área de Mano de Obra con un total de 11 de frecuencia; con estos datos se concluye que más de la mitad de causas influyen en el área de Mantenimiento donde se debe prestar mayor atención y reducir o eliminar causas que afectan la producción de la cantidad de capacitaciones del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de la empresa Ferreyros S.A.

Cuadro 6: Alternativas de Solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				Total
	Solución a la problemática	Costo de aplicación	Facilidad de aplicación	Tiempo de aplicación	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	2	2	2	2	8
ESTUDIO DE TRABAJO	2	1	1	1	5
SIX SIGMA	2	0	0	0	2
Muy bueno(2)-Bueno(1)-No bueno(0)					
***criterios que fueron conjuntamente con mi jefatura					

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro 6, se observa los criterios y alternativas de solución, el puntaje mayor demuestra la alternativa correcta. Debido a esto se realizó un análisis de cada una de las alternativas; en el caso del Six Sigma que es una metodología que identifica y anula las causas de los problemas tuvo un puntaje de 2, por lo cual la empresa no la considera oportuna debido a su costo y tiempo de aplicación ; el estudio de trabajo obtuvo un puntaje de 5 el cual es uno de los métodos recomendados para la solución del problema pero en este caso el método del Mantenimiento Preventivo tiene una puntuación de 8 y en este caso la empresa la considera más conveniente y manejable ya que la considera una alternativa más exacta para la solución del problema .

Cuadro 7: Matriz de priorización de las causas a resolver

Consolidación de causas por área	Métodos de Trabajo	Medición	Medio Ambiente	Materiales	Maquinaria	Mano de Obra	NIVEL DE CRITICIDAD	Total de Problemas	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
MANTENIMIENTO	0	0	0	0	53	0	ALTO	53	53%	10	530	1	Mantenimiento Preventivo
GESTIÓN	0	26	0	0	0	11	ALTO	37	37%	9	333	2	Estudio del Trabajo
PROCESOS	0	0	10	0	0	0	MEDIO	10	10%	8	80	3	Six Sigma
Total de problemas	0	26	10	0	53	11		100	100%				

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro 7, observamos el total de causas por diferentes áreas (Mantenimiento, Gestión y Procesos), donde se observan las categorías con el total de problemas. Se determinó que la aplicación del Mantenimiento Preventivo es la solución más favorable para eliminar las causas que están originando la baja productividad en las capacitaciones del simulador de maquinaria pesada, por lo cual es una herramienta factible para aplicarlo en el proceso de producción de capacitaciones del simulador de maquinaria pesada Caterpillar y lograr el incremento de la productividad.

1.2 Trabajos Previos

Para el presente proyecto de investigación se realizaron las respectivas investigaciones encontrándose los siguientes antecedentes en las cuales tratan sobre las mismas variables de las que se mencionan a continuación:

1.2.1 Internacionales

CURILLO, Miriam. **Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA**.Tesis (Ingeniero Industrial). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2014.172 pp.

Tiene como objetivo aplicar un proyecto de mejora a la productividad en la fábrica artesanal de Hornos Industriales FACOPA.Tiene problemas de entrega de sus productos a tiempo, generando molestias y perdiendo clientes.

Esto se debe a que los productos terminados salen en menor cantidad al solicitado por el cliente. Debido a errores en los hornos industriales y a la falta de procedimientos para operar de manera correcta. Utilizando herramientas del kaizen se hizo mejoras en los hornos industriales incrementando la eficacia en un 6% y entregando sus productos a tiempo y en la cantidad requerida.

Tiene como conclusión que en el plan de acción se encuentra la capacitación que se ha impartido al personal, se notó que los mismos quedaron motivados y comprometidos con la empresa en aplicar estas mejoras, por tanto se logró mejorar la productividad a través de la propuesta de mejora.

Se invertirá en la compra de una máquina secadora automática, la cual brindará un valor agregado al producto, ya que como se mencionó en el análisis la albahaca no se lava debido a que se maltrata el producto, sin embargo hay casos en que el cliente solicita la albahaca lavada, cuando esto acontece más de la mitad de la materia prima se desecha, por este motivo esta máquina será lavara sin causar ningún tipo de daño mecánico y se realizará de forma más rápida por lo que se cumplirá con el requerimiento del cliente.

VARELA, Salvador, **Implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa RETESA S.A. de C.V.** (Título de Mantenimiento Industrial).México: Universidad Tecnológica de Querétaro, 2013, 34 pp.

En este proyecto el objetivo general fue aplicar un programa de mantenimiento preventivo para aumentar la eficiencia de la productividad, disminuyendo el paro de la maquinaria y/o equipos pesados y la recurrencia de fallas menores de estos al área de mantenimiento.

La metodología fue de tipo explicativo donde se menciona cómo se quiere obtener que la empresa disminuya sus paros de maquinaria por fallas menores.

En conclusión, se debe realizar un programa de mantenimiento preventivo que permita incrementar la disponibilidad y confiabilidad de todos y cada uno de los equipos con los que se trabaje diariamente , además de que se logra reducir gastos innecesarios en la compra de refacciones por piezas defectuosas ,las cuales realizándose un buen mantenimiento preventivo puede incrementar el tiempo de su vida útil .Este proyecto de plan de mantenimiento preventivo pudo aumentar la productividad y eficacia en la empresa , así mismo logró disminuir gastos innecesarios en la adquisición de piezas falladas.

Modelo que permite aporte de nuevos conocimientos a la investigación en el campo de la planificación de las fallas que presenten los equipos mediante una adecuada programación del mantenimiento preventivo.

CORRECHA S, Luis. Y GUTIEREZ F, Manolo. **Propuesta de mejoramiento del modelo de productividad laboral y su aplicación en la empresa tubo metales Cuernu LTDA** (Ingeniero de Producción).Bogotá: Universidad EAN, 2013 ,151 pp.

Siendo su objetivo: Realizar un proyecto de mejoramiento del modelo de productividad laboral y su aplicación en la empresa Tubo metales Cuernu LTDA.

Su metodología que desarrollo fue aplicada y explicativa ya que se evidencio el cumplimiento cada uno de los objetivos del trabajo aplicando metodologías como 5's, Six Sigma y Mantenimiento productivo total- TPM.Algunos de los indicadores en porcentajes como mejoramiento de procesos, distribución en planta y talento humano.

Concluyendo que la propuesta de mejora continua es exitosa, se puede identificar las debilidades de los procesos que se aplicaron dentro de los componentes, variables y sub variables del modelo de la productividad laboral. Este modelo puede ser realizado en cualquier compañía independientemente del sector económico al que perteneciere. Así mismo la propuesta es exitosa a la luz de la mejora continua que se le presenta a la empresa Tubo metales Cuernu Ltda., adicionalmente se pueden desarrollar e implementar con mayor facilidad los análisis de causas, las acciones correctivas y/o preventivas que se necesitan por medio del plan de mejoramiento diseñado para este finalidad.

La aplicación de esta investigación permite descentralizar los procesos y evidenciar la causa-raíz de los problemas, debido a la integración de los modelos y métodos usados.

Se recomienda a las empresas seguir con el seguimiento y análisis de la información después de haberse realizado la implementación del proyecto, y poder continuar con el mejoramiento de los procesos de manera sistemática fortaleciendo el modelo y su aplicación, para lo cual es necesario crear un software basado en la matriz del modelo, teniendo en consideración las diferentes interfaces y parámetros definidos en la etapa de diseño de la herramienta de medición del Modelo de Productividad laboral.

VASQUEZ,Bilder.**Actualización e implementación del mantenimiento preventivo de la planta de líquidos y polvos de la empresa Natural Soaps Cosmentics Internacional,NSCI S.A.**Tesis (Grado de Ingeniero Mecánico).Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala,2015,87 pp.

Tiene como objetivo, implementar y actualizar un programa de mantenimiento preventivo para todas las maquinarias que pertenecen al sistema productivo de planta, lo cual reducirá los paros innecesarios en el proceso de producción.

Se concluye que es más efectivo la aplicación del mantenimiento preventivo que el mantenimiento correctivo realizado recientemente, debido a que posee una programación de actividades que se realizan en todas las máquinas con frecuencia. De esta manera anticiparse ante cualquier falla, anomalía y por ende tener los equipos en óptimas condiciones.

Esto permitirá concientizar e involucrar al personal técnico y por consiguiente crear una nueva manera de metodología adecuada a la actual realidad de la empresa.

GUEVARA, Ronald y OSORIO, Peter. **Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo de una empresa prestadora de servicio de transporte interdepartamentales**. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe, 2014,116 pp.

El proyecto tiene como finalidad prever desperfectos desde el estado inicial y corregirlas para mantener los niveles de operación en óptimo estado.

En conclusión investiga la gestión de mantenimiento para luego rediseñarla y poder aumentar la rentabilidad y competitividad de la línea de despacho, para lo cual se estima un escenario ideal de 50% a 80% de los esfuerzos concentrados en mantenimiento preventivo y de 5% a 25% a correctivo.

Por lo tanto se facilita la obtención de índices de desempeño que logrará la mejora continua de los activos físicos de la empresa y con esto la eficacia de las tareas de mantenimiento.

1.2.2 Nacionales

CRUZADO SANCHEZ,Antonio .En su tesis que lleva por título "**Propuesta de modelo de Gestión de Mantenimiento enfocado en la Gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociatividad de MYPE'S**",Tesis (Ingeniero Industrial) .Lima :Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas del Perú, 2014,115 pp.

Su objetivo es mantener los niveles de producción, aumentar la disponibilidad de las máquinas, disminuir la existencia de repuestos, incrementar los trabajos programados, mantener la seguridad y aumentar la productividad de los trabajadores, generar un programa de mantenimiento planificado sostenido por la metodología de gestión de mantenimiento que permita realizar actividades de mantenimiento necesarias, de acuerdo a las funciones que realizan los equipos y de los resultados que esperan lograr a través del funcionamiento de estos con la finalidad de atender pedido de gran nivel, haciéndose cargo de una etapa del proceso productivo manteniendo su ritmo habitual de producción.

Este proyecto emplea una investigación aplicada con diseño experimental, utilizando fichas de control para su base de datos, así mismo la gestión de

mantenimiento es importante dentro de un proceso productivo pues permite el flujo constante de las operaciones y previene dentro de su alcance los fallos y el cese de funcionamiento de las máquinas utilizados, aquí la gestión de mantenimiento se traduce como el aseguramiento de los equipos que intervienen en los procesos.

Se concluye que este aseguramiento en los equipos genera un incremento en la productividad, disminuye los costos de reproceso o correctivos de emergencia, además evita las pérdidas de producción debido a las fallas. El modelo de gestión de mantenimiento tiene como finalidad propiciar un programa de mantenimiento para que brinde soporte al proceso productivo y se encuentre basado en un programa de mantenimiento preventivo programado, permite controlar las actividades de mantenimiento necesario, así como de los resultados que se esperan obtener. Bajo esta premisa el trabajo aquí mencionado es aplicable a MICSAC puesto que imparte información importante para nuestro rubro y mantiene el sentido de incremento de la productividad.

VEGA, Alexander, **Implementación de un sistema de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del área de producción en la empresa Corello S.R.L. SJL-2015**.Tesis (Ingeniería Industrial).Lima: Universidad César Vallejo, 2015,78 pp.

El objetivo de este proyecto es verificar la influencia de la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo en la productividad del área de producción de la compañía, así mismo la confiabilidad, disponibilidad, seguridad, eficiencia y fiabilidad.

En conclusión, mediante la implementación, se logró mejoras en las estaciones de trabajo y minimizar la materia prima, mano de obra y tiempo, además de situaciones que contribuyeron a mejorar el proceso en cadenas, finalmente se mejoró la eficiencia de un 42% a un 77%.

OVIEDO, Noé**. Mantenimiento preventivo en el enderezado de barras y su efecto en la producción**. Tesis (Grado de Ingeniero Metalurgista) Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2015,65 pp.

El principal objetivo es incrementar la eficiencia y seguridad del personal operario así como de las maquinas a través del mantenimiento preventivo en el área de enderezado de barras planta N°1 de la empresa Aceros Arequipa y validar el efecto del mantenimiento preventivo en la producción.

Se concluye que el mantenimiento de la maquina será optimizado, corrigiendo anomalías y ser adaptado por el operario y supervisor de producción, de esta manera los equipos están limpios y conservados de manera correcta, lo que conduce a tener una baja probabilidad de algún desperfecto o falla que podría generar algún problema mayor.

La implementación del mantenimiento preventivo genera grandes beneficios como mejora en la eficiencia y calidad de equipo.

ROMERO Pérez,Alan**.Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el proceso de cereales extraídos de la empresa molino El Triunfo S.A.,Callao-2016**.Tesis(Título Profesional de Ingeniero Industrial).Lima: Universidad César Vallejo,2016,121pp.

En la investigación se aplicó una de las herramientas del Lean Manufacturing enfocados en el Mantenimiento Productivo Total, lo que se aplicó a través de los ocho pilares como en el Mantenimiento Autónomo y el Mantenimiento Planificado, además para la recolección de data se utilizaron los equipos de medición de tiempo (cronómetro) y de masa (balanza).

En conclusión, la investigación nos muestra que la productividad de la maquinaria ha mejorado de un 22.6% respecto a la inicial. Como recomendación el autor nos dice que la empresa Molino El Triunfo debe tener en cuenta dentro de su plan estratégico cláusulas referente a la mejora continua de sus procesos, siendo el

caso de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total que necesita establecerse mediante el desarrollo de los seis pilares restantes hasta alcanzar valores aceptables.

LUPERDI LUCIONI, Sandro Mauricio. En su tesis que lleva por título "**Propuesta de modelo de Gestión de Mantenimiento en una asociación de MYPE'S para la correcta planificación y abastecimiento de pedido de grandes volúmenes** ", Tesis (Ingeniero Industrial).Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas del Perú, 2013,324 pp.

Esbozo como objetivo, brindar soporte a los procesos claves para que conjuntamente se puedan colocar el pedido y cumplirlo según los parámetros establecidos, generando impacto indirecto en los procesos claves de cada entidad. De esta manera análoga ,el modelo permitirá un mejor control sobre el proceso y una coordinación sincronizada , estableciendo un bosquejo de trabajo del macro proceso de mantenimiento , así como lineamientos que deben seguir en todos los procesos , destacando como rol principal el de conectar a todo el proceso.

Este proyecto emplea una investigación aplicada con diseño experimental , haciendo uso de cedulas observables , en su conclusión destaca que el 82% de las tareas de mantenimiento no son programados o no poseen un control, debido a que no respetan un procedimiento y no tienen conocimiento técnico para realizar las actividades necesarias en las maquinas , por lo que el modelo imparte procedimientos para una planificación de mantenimiento que permita detectar los recursos que requieren para los trabajos, e identificar los responsables de los mantenimientos que ejecutan actividades sin documentación.

Dados los hechos este estudio contribuye con un modelo que suma al proceso de gestión y plan de mantenimiento enfocándose a mejorar las cifras en las observaciones previas estableciendo parámetros de control que permitan evaluar la efectividad del trabajo de mantenimiento y tomar decisiones según la necesidad .

1.3 Teorías Relacionadas al tema

1.3.1.3 Introducción al Mantenimiento Preventivo

Según Duffuaa S., Raouf A., Dixon J. (2009) Si el mantenimiento se denomina como el aseguramiento de que una instalación , un sistema de equipos , una flotilla u otro activo fijo sigan ejecutando las funciones para las que fueron creadas, entonces el mantenimiento preventivo es una serie de actividades planeadas previamente que se ejecutan para contrarrestar las causas conocidas como fallas potenciales de aquellas funciones , Esto es diferente a un mantenimiento de reparación , el cual se toma como el reemplazo , renovación o reparación general del o delos componentes de un equipo o sistema para poder realizar la función para la que fue creado(p.77).

El mantenimiento preventivo es el enfoque preferencial para la administración de los activos:

- Puede prevenir una falla prematura y minimizar su frecuencia
- Puede reducir la severidad de la falla y mitigar sus consecuencias
- Puede suministrar una advertencia de una falla inmediata o incipiente para habilitar una reparación planeada.
- Puede rebajar el coto integral de la administración de los activos.

1.3.1.4 Elementos del Mantenimiento Planeado

Según Duffuaa S., Raouf A., Dixon J. (2009) El mantenimiento proyectado se refiere a la operación de mantenimiento que se realiza con una planeación, pronóstico, inspección y registros por adelantado (p.87). Incluye toda la escala de tipos de mantenimiento y se aplica a las estrategias de sustitución, mantenimiento preventivo y correctivo. Se caracteriza por lo consiguiente:

- La administración de mantenimiento se ha determinado cuidadosamente.
- La función de la política se planea por avanzada.
- La labor se controla para que se acople al plan original

- Se recopilan, analizan y utilizan datos que sirvan de pauta a las políticas de mantenimiento futuras.

En esta unidad se presentan los pasos para desarrollar un esquema de mantenimiento planeado:

1. Administración del Procedimiento
2. Inventario de la infraestructura
3. Identificación de la unidad
4. Registro de la infraestructura
5. Programa específico de mantenimiento
6. Especificación de la labor
7. Programa de mantenimiento
8. Control del evento

1.3.1.5 Modelos de Inspección

Según Duffuaa S., Raouf A., Dixon J. (2009) El plan básico de las inspecciones es conseguir información vital acerca de la situación de una pieza de equipo o un método técnico más notable. Los inspectores recopilan información sobre indicadores útiles como deterioro de rodamientos, lecturas de calibradores, vibraciones, restos de aceite y la calidad del producto. La investigación relativa a estos indicadores puede utilizarse para anunciar fallas del equipo y proyectar acciones adicionales de mantenimiento, dependiendo de la situación del equipo (p.101). Las inspecciones son útiles y pueden llevar a lo siguiente:

- Reparaciones menos extensas de errores potenciales si se detectan anteriormente de que crean un daño complementario
- Planeación y acciones correctivas apropiadas de modo que puedan realizarse en situaciones en que ocasionen la menor variación de los procedimientos del sistema.

1.3.1.6 Mantenimiento Preventivo Imperfecto

Según Duffuaa S., Raouf A., Dixon J. (2009) Los modelos presentados inclusive en este capítulo y aquellos que se aplican en la totalidad de los estudios relativo a

reparaciones, mantenimiento preventivo y reparaciones generales se basan en ambos suposiciones. En un extremo está la suposición de “tan malo como viejo “, que significa que la medida de fallas del plan no se minimiza con reparaciones mínimas. En el otro lado está la hipótesis de “tan bueno como nuevo “, lo cual deduce que el método se restablece a un estado de nuevo luego del mantenimiento preventivo. En la totalidad de los casos del mundo existente, todos los tipos de mantenimiento pueden optimizar el estado del equipo o el método hasta un valor entre ambos extremos y, en ocasiones, podría permanecer peor que antes del mantenimiento preventivo a causa de procedimientos deficientes (p.109).

A finales de la década de 1970, Nakagawa [12,13] y Malik [11] introdujeron el conocimiento de mantenimiento defectivo , en el que se asume que el mantenimiento mejorara algo del estado del equipo , pero no lo restablecerá hasta un estado de nuevo a menos que el equipo se reemplace virtualmente de forma completa . El valor de la mejora depende de la cantidad y calidad de los recursos utilizados para generar el mantenimiento .Se han propuesto tres enfoques para ajustar el efecto del mantenimiento preventivo sobre el estado del equipo:

- El equipo luego del MP tiene el mismo nivel de fallas que antes del MP o quedo tan bueno como nuevo con algunas probabilidades.
- El tiempo del equipo se reduce en x unidades de tiempo posteriormente de cada MP.
- La duración y la tasa de fallas del equipo se minimizan a sus valores originales al inicio de todos los MP en equilibrio al costo del MP.

1.3.1.7 Modelo de Tiempo de demora

Según Duffuaa S., Raouf A., Dixon J. (2009) La definición de tiempo de demora, en su manera más fácil, define un proceso de parada en dos etapas .En la primera etapa, una falla se vuelve detectable y en la segunda, esta falla detectable permite con el paso del tiempo a una falla del equipo. El periodo h entre el tiempo cuando el defecto es detectable en un inicio y el tiempo de la falla

se conoce como tiempo de demora. Este concepto es conocido por los ingenieros y brinda el fundamento para la inspección y el mantenimiento preventivo. La agregación de las verificaciones de inspección puede incrementar la disponibilidad del método identificando causas potenciales de fallas y eliminándolas. Ha sido permitido lograr estimaciones subjetivas de la función de la consistencia de posibilidad f(h)del tiempo de demora h . El conocimiento acerca de f(h) permite la construcción de modelos de la relación entre el periodo de inspección T y otras variables como el tiempo muerto esperado o el costo esperado de operación por unidad de tiempo .

El modelo básico de inspección desarrollado mediante el empleo del concepto de tiempo de demora se presenta en [6]. En este modelo se supuso que los defectos surgen y son fijos, ya sea como reparaciones por descompostura o como reparaciones por inspección (reparaciones de MP), es decir, identificados por inspección y reparados. A medida que aumenta el periodo de inspección T, aumenta la probabilidad de que un defecto de lugar a una descompostura P (T).En este modelo se ha estimado P (T) bajo ciertas suposiciones y se desarrolló un modelo que estima el precio requerido por módulo de tiempo (p.115). Por consiguiente se presentan las suposiciones del modelo de verificación más sencilla, el cual se desarrolló empleando la noción de tiempo de demora:

1. Se realiza una inspección cada T unidades de tiempo a un costo C1 y requiere d unidades de tiempo, d<<<T.
2. Las inspecciones son exactas por el hecho de detectar cualquier defecto existente en de la planta.
3. Los defectos que se observan en la inspección serán reparados dentro del tiempo de inspección.
4. El momento inicial en el que puede suponerse que se presente en primer lugar un defecto dentro de la planta (conocido como el momento de origen de la falla) está distribuido de forma uniforme a lo largo del tiempo desde la última inspección y es independiente de h. Las fallas se originan a razón de k por unidad de tiempo.
5. La función de densidad de probabilidad del tiempo de demora f (h) es conocida.

1.3.1 Variable Independiente`

1.3.1.1 Mantenimiento Preventivo

Según García (2014, p.6), el mantenimiento preventivo se fundamenta en revisiones programadas de los equipos, a causa de la experiencia y las estadísticas obtenidas. Se debe elaborar un plan de mantenimiento para cada maquinaria, donde se realizarán las acciones necesarias. Se plantea con el objetivo de reducir el mantenimiento correctivo, por ende, los costos que éste genera. Dentro del mantenimiento preventivo podemos asociar las estrategias en dos subgrupos, las de mantenimiento preventivo basado en el uso y el mantenimiento predictivo.

1.3.1.2 Dimensiones del Mantenimiento

a. Dimensión 1 : Disponibilidad

   Según Costta y Guevara (2015, p.39), la disponibilidad es el objetivo central del mantenimiento, puede definirse como la capacidad de las máquinas o componentes de ejecutar su proceso requerido centralmente de un tiempo determinado.

   En la investigación vemos que una dimensión importante del mantenimiento preventivo es la disponibilidad del simulador, porque es parte básica para que en base a su funcionamiento continuo y sin paradas, nos otorgue la seguridad de elevar la productividad de las capacitaciones realizadas a nuestros clientes, el tiempo en cuanto a la disponibilidad es factor preponderante para el cálculo de la disponibilidad del simulador, es por ello que en la siguiente fórmula hemos tenido a bien considerar para el cálculo de la disponibilidad el tiempo programado en comparación directa con los tiempos muertos (suplementarios) y va relacionado directamente proporcional al tiempo programado, de esta manera obtenemos el nivel de disponibilidad del simulador, para que nos sirva en adelante ésta dimensión para calcular el aumento de la productividad.

$$\frac{\text{Tiempo Programado – Tiempo muerto}}{\text{Tiempo Programado}}$$

b. Dimensión 2 : Confiabilidad

Según Costta y Guevara (2015, p.39), se define como la posibilidad de que las máquinas presenten un trabajo óptimo bajo cierta situación y en un tiempo determinado, en conclusión es el período promedio de funcionamiento entre fallas.

$$C = \frac{TF}{n°F}$$

Donde:

C= Confiabilidad

TF=Tiempo de funcionamiento

n°F=Número de fallas

Con esta variable nos permitirá medir la confiabilidad del simulador de maquinaria pesada en cuanto a la frecuencia con la que ocurren las paradas, y si esta es baja, la confiabilidad del simulador es aceptable siempre y cuando sea alta, el simulador sería poco confiable.

1.3.2 Variable Dependiente

1.3.2.1 Productividad

Definición de Productividad

Según García (2014) “Es el nivel de rendimiento con que se emplea los recursos disponibles para lograr objetivos predeterminados” (p.10)

$$\boldsymbol{Productividad = \frac{Productos\ logrados}{Factores\ de\ la\ producción}}$$

La **OIT** Define productividad como:

$$Productividad = \frac{Bienes\ y\ servicios}{Recursos\ invertidos\ en\ producirlos}$$

Según López (2013) “Es la manera más eficiente para crear recursos midiéndolos en dinero, para permitir ser rentables y competitivos a los individuos y sus sociedades” (p.11).

Según Gutiérrez y de la Vara (2013) “Es la relación de lo producido y los medios aplicados; por consiguiente, se calcula mediante la relación: resultados logrados y recursos empleados, de esto que la productividad debe dividirse en dos componentes: eficiencia y eficacia” (p.7).

“Es la correlación entre el número de la cantidad producida y la cantidad de recursos utilizados en el proceso de producción. El control de la productividad sirve para estimar la eficacia con la cual se usan los factores de producción” (Instituto Nacional de Estadística y geografía, 2012, p.1).

1.3.2.2 Dimensiones de la Productividad

Eficiencia

Según García (2011) “Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados en realidad” (p.16).

$$Eficiencia = \frac{Insumos\ utilizados}{Insumos\ programados}$$

Según Gutiérrez y de la Vara (2013) “Comparación entre los resultados logrados y los recursos utilizados. Se desarrolla optimizando recursos y minimizando tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos, etcétera” (p.7).

En este proyecto la fórmula a utilizar sería la siguiente:

$$Eficiencia = \frac{Horas\ Máquina\ ejecutadas}{Horas\ Máquina\ programadas}$$

Eficacia

Según García (2012) “Muestra la bondad con que un departamento o puesto consigue los objetivos impuestos de acuerdo a las necesidades de las empresas” (p.99).

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Meta}$$

Según Gutiérrez y de la Vara (2013) “Nivel con el cual las tareas planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Se atiende maximizando resultados” (p.7).

En este proyecto la fórmula a utilizar sería:

$$Eficacia = \frac{Capacitaciones\ logradas}{Capacitación\ Real}$$

1.3.2.3 Tipos de Productividad

Según los factores que se tengan en consideración al momento de querer indicar la productividad, la misma puede clasificarse en:

Productividad Parcial: En ella, los parámetros que intervienen para su medición son la cantidad producida y un solo tipo de insumo o indicador. Se pueden establecer relaciones como la cantidad producida y el nivel de energía utilizada o la cantidad producida y la mano de obra, los recursos o materias primas y todos aquellos elementos que hayan intervenido en la producción. La fórmula para calcular la productividad parcial es la siguiente:

$$Productividad = \frac{Producto\ Bruto\ Inerno}{Mano\ de\ Obra}$$

$$Productividad = \frac{Producto\ Bruto\ Inerno}{Capital}$$

$$Productividad = \frac{Ventas}{Pagos}$$

Productividad de Factor Total: También conocida a través de sus siglas (PFT). Su ecuación es similar a la anterior, en la cual también se tiene en cuenta la cantidad producida, pero a diferencia de la parcial en esta intervienen la suma de varios factores para su deducción, siendo la mano de obra, los insumos y el capital utilizado. Su ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{Producto\ Bruto\ Inerno}{Mano\ de\ Obra + Insumos + Capital}$$

Productividad Total: Este indicador permite saber la productividad a escala total de todos los insumos y la cantidad producida. A través de su resultado se puede dar cuenta del aumento o disminución que la producción ha experimentado en su proceso. Puede medirse en unidades físicas o monetarias, en relación a un período de referencia que temporalmente permite observar el aumento o descenso de la productividad alcanzada.

1.3.2.4 Introducción a la Productividad

Según Beltrán (2013) Dado que uno de los factores claves de éxito es la productividad lo desarrollamos a continuación.

Aunque el tema de la productividad en las empresas ha preocupado desde siempre a la administración, ha cobrado una vigencia muy grande a partir de la década del cincuenta especialmente, y que organismos internacionales tales como la Organización para la Cooperación Económica Europea (OCEE), a partir de entonces ha dedicado inmensos esfuerzos orientados hacia la promoción del estudio y aplicación de técnicas de análisis y mejoramiento de la productividad. La labor realizada por Edward Deming, Edward J Hay, M.Juran, Karoru Ishikawa, entre otros líderes de la administración de la producción y mercadeo de bienes o servicios cuya orientación básica es satisfacer al cliente empleando para ello la menor cantidad de insumos posibles.

Otra definición que es corriente encontrar, es que la productividad es la combinación de la eficiencia y; a efectividad. Mali relaciona los términos productividad, eficacia y eficiencia tal como sigue (p.125)

$$\boxed{\text{Índice de Productividad} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Insumo gastado}}}$$

$$\boxed{\text{Índice de Productividad} = \frac{\text{Desempeño alcanzado}}{\text{Recursos consumidos}}}$$

$$\text{Índice de Productividad} = f(\,eficacia\,) * F\,(\,eficiencia\,)$$

Donde f y F se refieren a alguna función.

La productividad adquirió un sentido económico exacto en los inicios del siglo XX, aunque aún es frecuente que se confundan los términos productividad y producción. Producción es el proceso de transformación de un material que se encuentra en un estado inicial (materia prima), a través de una serie de etapas (proceso) para llevarlo a un estado final (producto: bien o servicio).Esta transformación puede darse de tres maneras:

- Producción por integración
- Producción por desintegración
- Producción por servicios. (p.126).

1.3.2.5 Aspectos de la Productividad

Analicemos brevemente algunos aspectos, a título de ejemplo, de la productividad relacionada con los recursos tierra, materiales, instalaciones, maquinas, herramientas y servicios del hombre.

- **Productividad de la tierra**: Si utilizando mejores semillas, mejores métodos de cultivo y más fertilizantes es posible elevar de dos a tres quintales la producción de cereales por hectáreas de un terreno determinado, tendremos entonces que la productividad de la tierra, desde el punto de vista agrícola, habrá aumentado en un porcentaje determinado.
- **Productividad de los materiales**: Si un sastre experto es capaz de cortar 11 trajes con una pieza de tela de la que un sastre menos experto solo puede sacar 10 trajes, puede decirse que en manos del sastre experto la pieza de tela se utilizó con un 10% más de productividad.
- **Productividad de las maquinas**: Si una máquina – herramienta producía 100 unidades por cada día de trabajo y aumenta su producción a 120 unidades en el mismo lapso gracias al empleo de mejores herramientas cortantes, la productividad de esa máquina se habrá incrementado en un 20% .p.128).

- **Productividad de la mano de obra**: Si un alfarero producía 30 platos por hora y al adoptar métodos de trabajo más perfeccionados logra producir 40, su productividad habrá aumentado en un 33.33%.

Por consiguiente, elevar la productividad significa producir más con el mismo consumo de recursos, o sea al mismo costo en lo que se refiere a tierra, materiales, mano de obra, tiempo, maquina, etcétera, o bien producir la misma cantidad pero utilizando menos recursos de modo que los recursos así economizados puedan dedicarse a la producción de otros bienes o bien traducirse en un mayor beneficio económico para la empresa.

1.3.2.6 Factores que afectan a la Productividad

El mayor o menor grado de productividad de una empresa se ve influido por una gran variedad de factores, los cuales se clasifican en factores ajenos. Si consideramos la empresa como un sistema podemos decir que los factores internos se refieren a aquellos que están incluidos dentro del sistema; los factores externos son todos aquellos que se encuentran en el ambiente, es decir, fuera del sistema; los factores propios son aquellos que están directamente relacionados con la interacción entre el sistema y su ambiente y los factores ajenos son aquellos que no se relacionan con la interacción entre el sistema y su ambiente (p.129).

En la figura siguiente se muestra la interrelación entre los cuatro tipos de factores descritos.

Cuadro 8: Interrelación de Factores

FACTORES	PROPIOS(P)	AJENOS(A)
INTERNOS(I)	INTERNOS PROPIOS(IP)	INTERNOS AJENOS(IA)
EXTERNOS(E)	EXTERNOS PROPIOS(EP)	EXTERNOS AJENOS(EA)

Fuente: Elaboración Propia

Factores generales que afectan la productividad

La efectividad en la respuesta está íntimamente ligada con la productividad, y como se verá más adelante, es el resultado de la conciliación de un nuevo modelo administrativo de eficacia y eficiencia empresarial que genera los productos de la organización con nuevos recursos competitivos tales como calidad, servicio y precio. (p.130).

La efectividad implica un manejo sistemático tanto de la empresa como de sus unidades de trabajo y del puesto de trabajo.

Ser más efectivos, incrementar la productividad, requiere una serie de cambios que deben comenzar por los paradigmas o principios que rigen la administración de la empresa. Se deben orientar los esfuerzos, simultáneamente, hacia lograr la satisfacción total del cliente, eficacia y hacia la óptima utilización de los recursos, eficiencia, Tal como se ha visto hasta ahora, la productividad del sistema empresa se ve afectada por factores externos e internos.

Factores externos que inciden en la productividad: políticas gubernamentales, el poder de la moneda nacional frente a otras monedas, la disponibilidad de recursos, vías, medios y sistemas de transporte, la situación de la oferta de la mano de obra, las condiciones sociales y políticas en general , etcétera.

Factores internos se agrupan en las siguientes categorías; las políticas de la empresa, el estilo o sistema de dirección, el nivel de tecnología utilizado, los procesos de fabricación, investigación y desarrollo, y la administración de la información. La gestión administrativa es quizás el factor interno más importante, aunque normalmente se tiende a señalar al trabajador como el causante de las bajas en la productividad. (p.131).

1.3.2.7 Como se mide la Productividad

Es necesario, para poder administrar y mejorar continuamente, contar con hechos y datos. En cuanto a productividad se refiere, los datos los suministran diferentes índices que nos dan la información necesaria para poder establecer como estamos con respecto al punto de partida y a la meta que se ha planeado alcanzar. Generalmente, la productividad se mide a través de índices. Un índice es la relación de dos magnitudes expresadas en la misma unidas (peso, longitud,

tiempo, valor, etcétera).Para la comparación entre índices se debe tener en cuenta que deben corresponder al mismo periodo base y, cuando se trata de índices monetarios, deben ser ajustados al periodo base teniendo en cuenta la inflación o la deflación según sea el caso.

Por ejemplo, supongamos que se establecerá el índice de variación anual de salario mínimo para Colombia en los últimos dos años, para lo cual e debe efectuar el siguiente cálculo:

$$Variación = \frac{Salario\ mínimo\ 1994}{Salario\ mínimo\ 1993}$$

$$Variación = \frac{\$\ 99{,}500.00}{\$\ 82{,}500.00}$$

$$Variación = 1.206$$

Lo cual quiere decir que de un ano al otro el salario mínimo aumento en un 20.6%. Ahora bien, esta información por sí sola no nos dice mucho. Es necesario compararla con algo, debe existir un índice establecido para el mismo periodo, bien sea para la nación, o para la industria, para el sector o para la empresa. De no existir, este cálculo puede convertirse en el índice que tipifica la situación actual y en el futuro será tomado como base de comparación. (p.132).

Con base en la definición de productividad podemos expresarla a manera de índice de la siguiente manera:

$$Productividad\ total = \frac{Productividad\ Total}{Recursos\ Totales}$$

Al relacionar la producción total con el total de recursos empleados obtenemos el índice de productividad total, el cual nos da una idea de la situación de la

productividad de toda la empresa y nos indicaría, en comparación con el índice calculado para el periodo base, el grado de variación positivo o negativo. Lo anterior contemplado con un análisis de tendencia nos permitirá establecer el comportamiento actual y realizar algunas proyecciones útiles para estimar el comportamiento futuro si es que pensamos mantener las condiciones actuales, o efectuar el correspondiente análisis de sensibilidad para estimar la conveniencia de adoptar o no estrategias diferentes.

El índice de productividad total no nos aclara exactamente la situación de cada recurso y su contribución en la productividad total de la empresa. De modo que es necesario complementar esta información con la determinación del índice de productividad de cada recurso, lo que se conoce como índice de productividad parcial. (p.133).

Se supone que estos valores están dados en unidades monetarias constantes respecto al periodo base, y que se compran todos sus materiales y servicios incluyendo la energía, maquinaria, equipo (en renta) y otros servicios como publicidad, comercialización procesamiento de información, consultoría, etcétera.

Algunas ventajas y desventajas de productividad total y parcial respectivamente.

1.3.2.8 Índice de la Productividad Total

La Productividad total nos brinda la posibilidad de realizar un comparativo, que es materia de nuestra investigación, debemos de comparar nuestros resultados en base a datos históricos, y luego a los datos actualizados para confirmar nuestra hipótesis y validar nuestro estudio, es decir confirmar que en base a un mantenimiento preventivo desarrollado de forma programada y planificada obtendremos un mejora en la productividad total, teniendo como sustento el análisis de las productividades parciales, y de esta manera reforzaremos la validez de nuestra investigación y podremos realizar los correctivos necesarios para que en su aplicación logremos una mejora continua en nuestros estándares de productividad y resultados en favor de nuestra investigación.

Ventajas

a. Considera toda; la producción y los insumos cuantificables; por tanto, es una representación más exacta del panorama económico real de una empresa.
b. El control de utilidades a través de este índice es de gran beneficio para la alta administración.
c. Si se usa junto con índices parciales, puede guiar al administrador de una manera efectiva.
d. El análisis de sensibilidad es más sencillo.
e. Se relaciona fácilmente con los costos totales.

Desventajas

a. Es relativamente difícil obtener datos para cálculos de producción y cliente, a menos que se diseñen sistemas de colección de datos con este objetivo.
b. Al igual que las medidas parciales y la de factor total, no toma en cuenta los factores intangibles de la producción y los insumos en el estilo directo.

1.3.2.9 Índice de la Productividad Parcial

Ventajas

a. Fácil comprensión
b. Fácil obtención de datos
c. Fácil cálculo de los índices de productividad
d. Se dispone de datos sobre algunos indicadores de productividad parcial (producción por hora- hombre) para el sector industrial
e. Buenas herramientas si se usan junto con los indicadores de productividad total

Desventajas

a. Si se utiliza solo como base la toma de decisiones, puede conducir a errores muy costosos
b. No tiene manera de explicar los costos globales
c. Tiende a señalar como culpables a áreas equivocadas del control administrativo
d. El control de utilidades a través de medidas parciales de productividad puede ser un enfoque al tanteo. (p.136).

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema General

¿Cómo la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017?

1.4.2 Problemas específicos

¿Cómo la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017?

¿Cómo la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017?

1.5 Justificación del Estudio

1.5.1 Justificación Económica

Según Fernández, Pedro(2011,p.39).La investigación debe determinarse su cubrimiento o dimensión para conocer su viabilidad .La presente investigación ayudará a solucionar los problemas de productividad en la utilización del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de la empresa Ferreyros S.A., que permitirá un mayor control y previsión, reduciendo las paradas y con por falta de mantenimiento del simulador , de forma que contribuirá a una mayor producción de capacitaciones realizadas y reducción de costos de mantenimiento.

1.5.2 Justificación Metodológica

Según Fernández, Pedro (2011, p.39).La investigación puede ayudar a crear un nuevo instrumento para recolectar o analizar datos y contribuir a la definición de un concepto, variable o relación entre variables .La presente investigación tiene como finalidad de concientizar al personal; que es indispensable realizar el mantenimiento preventivo a los simuladores ya que ayudara a prever y tener un mayor control que permita eliminar probables fallas y así poder mejorar los problemas ya mencionados.

1.5.3 Justificación Social

Según Fernández (2011, p.40).La investigación va a beneficiar a los grupos que se dedican al rubro de mantenimiento; puesto que la empresa se basa a los clientes y gran parte de ellos son los que hacen crecer económicamente a la empresa. La presente investigación ayudará a que el personal realice mejor sus actividades ya programadas y puedan atender a los clientes sin ningún contratiempo lo que conduce a que la empresa tenga un mejor clima laboral, buena imagen y mejor satisfacción a los clientes.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

La aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017.

1.6.2 Hipótesis Específicos

La aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017.

La aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017.

1.7.2 Objetivo Especifico

Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017.

Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

2.1.1 Tipo de Investigación

Según la finalidad: Aplicada

Se sostiene lo siguiente:

"[…] Busca conocer para hacer, actuar, construir y modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad concreta […]" (Valderrama, 2015, p.39)

La tesis es aplicada, porque se aplica en la empresa basándome en teorías e investigaciones básicas para mejorar la productividad mediante la aplicación del mantenimiento preventivo en la empresa Ferreyros S.A.

Según el nivel: Explicativa

Se sostiene lo siguiente:

"El nivel explicativo implican esfuerzos del investigador y una gran capacidad de análisis, síntesis e interpretación. Tienen un conocimiento profundo del marco de referencia teórico al igual que una excelente formulación y Operacionalización de la hipótesis de trabajo". (Cabriles, 2014, p.33)

El nivel es explicativo porque se va realizar una mejora ante los problemas existentes, explicando las causas y consecuencias de haber aplicado el mantenimiento preventivo en función de la mejora de la productividad.

Según su enfoque: Cuantitativa

"[…] Se trata de proyecciones de planteamientos filósofos que suponen tener determinadas concepciones del fenómeno que se quiere indagar. Se caracteriza porque usa la recolección y el análisis de los datos para contestar a la formulación del problema de investigación; utiliza además, los métodos o

técnicas estadísticas para contestar la verdad o falsedad de la hipótesis […]. (Valderrama, 2015, p.39)

Esta tesis por su enfoque es de tipo cuantitativo ya que se utilizara los datos recolectados del funcionamiento del simulador de maquinaria pesada para establecer los patrones de comportamiento del mismo.

2.1.2 Diseño de Investigación

Experimental

Se denomina a los grupos de diseños experimentales de investigación a las diferentes formas de solucionar los problemas de interés científico al aplicar el tratamiento experimental (Valderrama, 2015, p.60)

El método utilizado en el proyecto es experimental porque hemos desarrollado herramientas que permitieron identificar las causas del problema que hay en la empresa.

Cuasi experimental

El diseño Cuasi-experimental es cuando se utilizan diseños de un control experimental mediante procedimientos de aleatorización, además es cuando manipulan las variables dependientes e independientes" (Valderrama, 2015, p.65)

La presente tesis se basara en el diseño cuasi-experimental, ya que se observan los efectos causados por la aplicación del mantenimiento preventivo (variable independiente) en la productividad (variable dependiente).

ESQUEMA

O_1 X O_2

O_3 X O_4

Donde:

X = Variable independiente

O_1O_3 = Mediciones pre-test de la variable independiente

O_2O_4 = Mediciones post-test de la variable independiente

Por su alcance es longitudinal debido a que se recolectan datos en distintos periodos y se analizan los cambios producidos a través del tiempo.

2.2 Operacionalización de las Variables

2.2.1 Definición Conceptual

Variable independiente: Mantenimiento Preventivo

Se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programase con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo (Duffua, Raouf y Dixon, 2009, p.77)

Variable dependiente: Productividad

Se define como el grado de rendimiento con que se emplea los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados (García, 2014, p.10).

2.2.2 Definición Operacional

Variable independiente: Mantenimiento Preventivo

Se expresa en las condiciones o datos históricos de fallas del equipo y se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. La disponibilidad del equipo se define como la probabilidad de que un equipo sea capaz de

funcionar siempre y cuando lo necesite y la confiabilidad es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento.

Variable dependiente: Productividad

Se expresa la eficiencia y la eficacia en la variable dependiente donde la eficiencia se basa en las horas utilizadas del simulador y la eficacia se refiere al porcentaje de operadores capacitados programados en el simulador.

2.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
Variable Independiente	Mantenimiento Preventivo	Para Duffuaa.S., Raouf, A., Dixon. (2009, p.77), se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo	Se expresa en las condiciones o datos históricos de fallas del equipo y se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. La probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre y cuando lo necesite se define como la disponibilidad del equipo y la confiabilidad es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento.	Disponibilidad	$D = \frac{T.P. - T.M.}{T.M.}$ *** D: Disponibilidad** *** TP : Tiempo Programado** *** TM : Tiempo Muerto**	Razón
				Confiabilidad	$C = \frac{T.F.}{N° F.}$ *** C : Confiabilidad** *** TF: Tiempo de Funcionamiento** *** N°F : Número de Fallas**	Razón
Variable Dependiente	Productividad	Según García, R. (2014, p.10) Se define como el grado de rendimiento con que se emplea los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. .	Se expresa la eficiencia y la eficacia en la variable dependiente donde eficiencia se basa en las horas utilizadas del simulador y la eficacia se refiere al porcentaje de operadores capacitados programados en el simulador.	Eficiencia	$E = \frac{H.M.E.}{H.M.P.}$ *** E: Eficiencia** *** HME : Horas Máquina Ejecutadas** *** HMP : Horas Máquina Programadas**	Razón
				Eficacia	$E = \frac{C.L.}{C.R.}$ *** E: Eficacia** *** CL : Capacitaciones Logradas** *** CR : Capacitaciones Real**	Razón

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Población, Muestra y Muestreo

2.3.1 Población

"La población o universo, es un conjunto de elementos, seres o cosas, que tienen características comunes, susceptibles de ser observados. Al definir un universo, se debe tener en cuenta cuales son los elementos que lo conforman, el lugar y el periodo es el que se realiza la investigación". (Valderrama, 2015, p.182).

La Población está representada por los números de servicio de capacitación por semana del simulador de maquinaria pesada Caterpillar

2.3.2 Muestra

"La muestra es el subconjunto de un universo o población, es representativo porque refleja las características de la población". (Valderrama, 2015, p.183).

La muestra se refiere a los números de servicio de capacitaciones brindadas durante 12 semanas en el periodo de enero y junio del 2018

2.3.3 Muestreo

"El muestreo es el proceso de selección de una parte representativa de la población que permite estimar sus parámetros". (Valderrama, 2015, p.188).

En la presente tesis no hay Muestreo.

2.3.4 Unidad de análisis

Capacitaciones brindadas en el periodo de estudio.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

"[…] Emplearemos la observación estructurada, porque se manipulara los hechos que se observan. Asimismo el trabajo documental estará centrado en la revisión

de libros, tesis, revistas y otros documentos que tendrán relación con nuestra investigación […] (Valderrama, 2015, p.194).

Se utiliza como técnica de recolección de datos lo siguiente:

Observación de Campo: Con el cual la ayuda de los datos registrados por la empresa Ferreyros S.A. y de la recopilación de estos se obtendrá información para poder manejarla estadísticamente en relación a las variables descritas.

2.4.2 Instrumento de recolección de datos

"Los instrumentos son los procedimientos empleados en la investigación con el fin recabar información para desarrollar el objetivo". (Valderrama, 2013, p.195).

Ficha de Observación: Documento que indica la fecha, operación, nombre del instructor, hora de inicio y término en el que se realiza el mantenimiento y motivo.

Ficha de Check List: documento que indica los puntos que deben inspeccionarse periódicamente en el simulador antes y durante su operación.

Para la presente investigación se tomará como instrumentos para la recolección de datos sobre el mantenimiento preventivo a:

- Información de las actividades diarias del simulador
- Información de los servicios del simulador

2.4.3 Validez

“El juicio de expertos es el conjunto de opiniones que brindan los profesionales de experiencia, con el fin que la redacción de preguntas tengan sentido lógico y comprensibilidad”. (Valderrama, 2015, p.198, 199).

En la presente tesis la validación del instrumento será a través del juicio de expertos mostrado en el Cuadro N°09, los cuales serán tres jueces que tengan experiencia y sean especializados con el tema de la Universidad César Vallejo (Ver Anexos N°6, N°7 Y N°8):

Cuadro 9: Juicio de Expertos

N°	Apellidos y Nombres de los Expertos	Conceptos Evaluados			Firma
		Pertinencia	Relevancia	Claridad	
1	Mgtr. Guzmán Rodríguez ,Amancio	SI	SI	SI	
2	Mgtr. Eguzquiza Rodríguez,Margarita	SI	SI	SI	
3	Mgtr. Saavedra Farfan , Martín	SI	SI	SI	

Fuente: Elaboración Propia

2.4.4 Confiabilidad

Es confiable puesto que generan resultados sólidos al aplicarlo en diversas fechas y examinar la relación de esos resultados (Valderrama, 2015, p. 215).

La confiabilidad en la presente tesis es otra característica de suma importancia que deben poseer los instrumentos de medición, se refiere a la capacidad del instrumento para la obtención de datos o mediciones proporcionados por la misma empresa por lo que se asume la confiabilidad ya que estos datos son precisos y veraces.

2.5 Métodos de Análisis de Datos

“Después de la recopilación de los datos necesarios para el estudio se pasará al análisis para responder al interrogante inicial en el cual se aprobará o rechazará la hipótesis de estudio”. (Valderrama, 2015, p. 229).

Para la aplicación del mantenimiento preventivo del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A. con la finalidad de mejorar la productividad, el análisis de datos será de tipo cuantitativo para lo cual se ha elaborado una base de datos en Excel y el programa estadístico SPSS V.Estos datos serán procesados a través de instrumentos prácticos como gráficos y cuadros que se pueda interpretar con mayor facilidad.

2.5.1 Análisis Descriptivo

Permite procesar, analizar y resumir un conjunto de datos que se obtuvieron de la medición de variables en estudio. Comprende medidas de tendencia central y de dispersión (Sampieri, 2006, p.235).

La presente tesis empleara un análisis descriptivo, el cual se observa la conducta de los datos por medio de la estadística a través de la media, moda, mediana, rango, varianza y desviación estándar.

2.5.2 Análisis Inferencial

Generaliza e infiere las cualidades observadas en una muestra a toda la población, mediante modelos matemáticos estadísticos. Se podrá estimar parámetros y contrastar la hipótesis con base en la distribución normal (Ñaupas, 2014, p.261).

Para tamaño de muestras ($n<30$) se usa la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, el criterio de determinar la normalidad es la siguiente:

- Si el valor P es mayor al nivel de significación α (0.05) quiere decir que los datos provienen de una distribución normal.
- Valor $P > \alpha$ = los datos provienen de una distribución normal.
  Si el P valor es menor al nivel de significación α (0.05) quiere decir que los datos no provienen de una distribución normal.
- Valor $P < \alpha$ = los datos no provienen de una distribución normal

2.6 Aspectos Éticos

De acuerdo con los reglamentos establecidos en la Escuela de Ingeniería Industrial, es explicito expresar que los datos que se presentan son reales y presentan evidencias legítimas los cuales son reportados a la jefatura de operaciones para conocimiento de la empresa en estudio, de igual forma todos los datos presentados son restringidos al público en general puesto que el manejo de la información es confidencial respetando las normas legales de la institución.

La presente tesis cumple con los requerimientos y criterios de investigación establecidos por la Universidad Cesar Vallejo.

El investigador cumple con las normas éticas en su totalidad sobre los textos materia de consulta, respetando en el proyecto todos los reglamentos y además garantizando la confiabilidad de los datos obtenidos que son de uso académico cumpliendo el perfil ético profesional para beneficio de la comunidad.

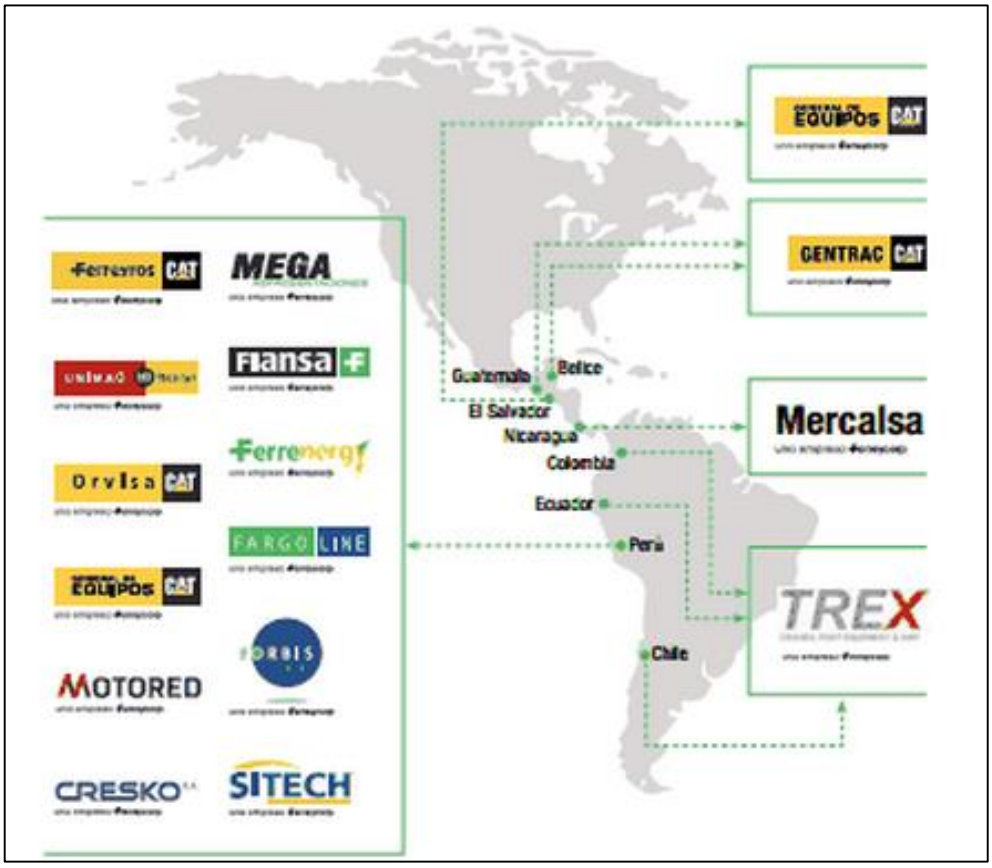
2.7 Desarrollo de la Propuesta

2.7.1 Diagnóstico de la Situación Actual

EL HITO FERREYCORP

En el 2012, como consecuencia del crecimiento experimentado por Ferreyros y por las otras compañías subsidiarias del grupo, se procedió a realizar una reorganización corporativa. Antes del cambio, la empresa Ferreyros S.A.A. se dedicaba a las funciones operativas de una compañía distribuidora de bienes de capital y, adicionalmente, a un rol corporativo, que definía los lineamientos de todas las empresas de la organización.

Gráfico 10: Subsidiaras de Ferreycorp



Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

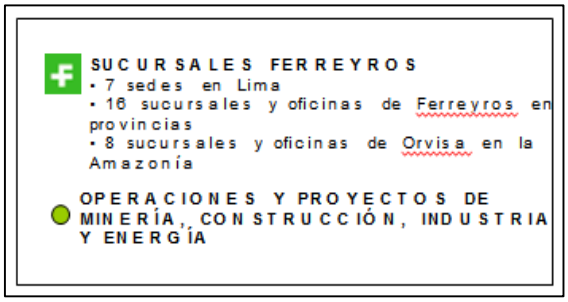
Gracias a la reorganización, Ferreyros S.A.A. se transformó en Ferreycorp S.A.A., que asumió el rol corporativo en su calidad de holding del grupo, propietaria de todas las subsidiarias de la corporación, tanto las locales como las extranjeras. Por su parte, la compañía Ferreyros S.A. fue asignada a dedicarse exclusivamente a la comercialización de maquinaria, equipos y servicio postventa de la línea Caterpillar y sus marcas aliadas.

Gráfico 11: Productos de Subsidiaras de Ferreycorp

Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Esta nueva estructura organizativa está diseñada para permitir que cada una de las subsidiarias de la corporación se enfoque mejor en la propuesta de valor a sus clientes, logrando una mejor cobertura para atender las propias oportunidades de negocio y mejorar así sus capacidades operativas.Ferreyros S.A. es la empresa líder en la comercialización de bienes de capital en el país y en la provisión de servicios en este ámbito.

Gráfico 12: Sucursales y Operaciones Ferreyros



Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Visión

Fortalecer nuestro liderazgo siendo reconocidos por nuestros clientes como la mejor opción, de manera que podamos alcanzar las metas de crecimiento.

Misión

Proveer las soluciones que cada cliente requiere, facilitándole los bienes de capital y servicios que necesita para crear valor en los mercados en los que actúa.

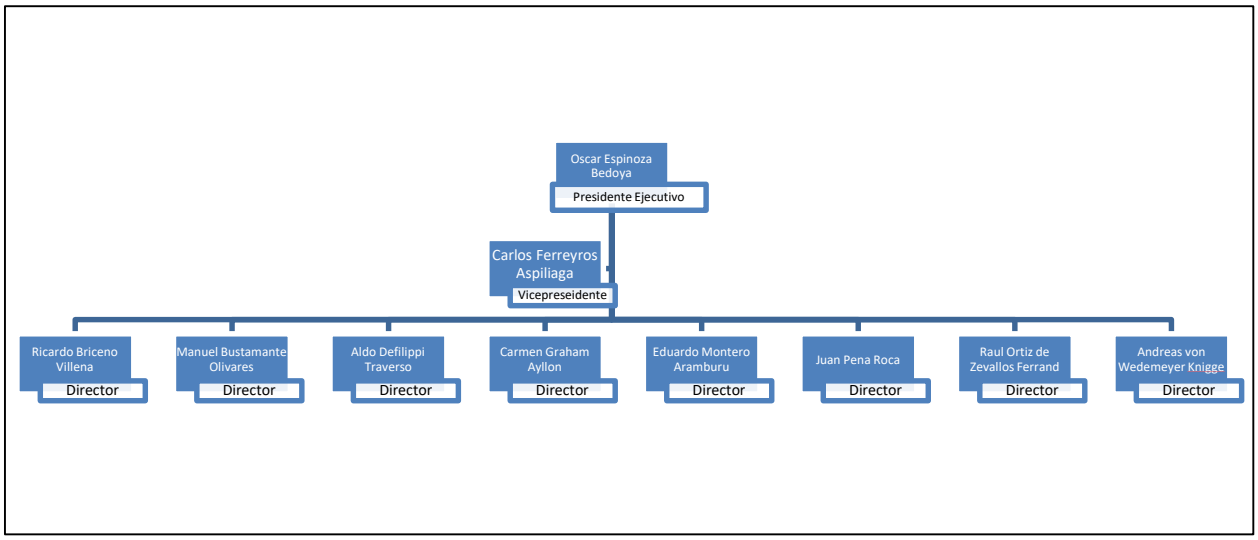
Valores

- Integridad.
- Equidad.
- Vocación de servicio.
- Excelencia e innovación.
- Respeto a la persona.
- Trabajo en equipo.
- Compromiso.

Gráfico 13: Principales Clientes

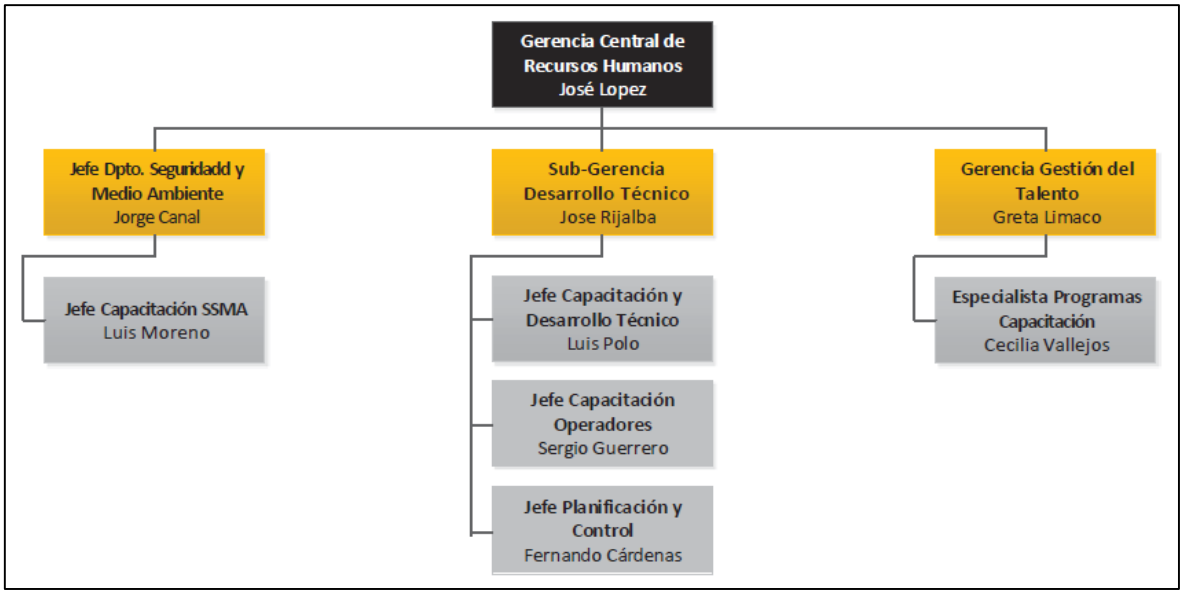
Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Gráfico 14: Directorio



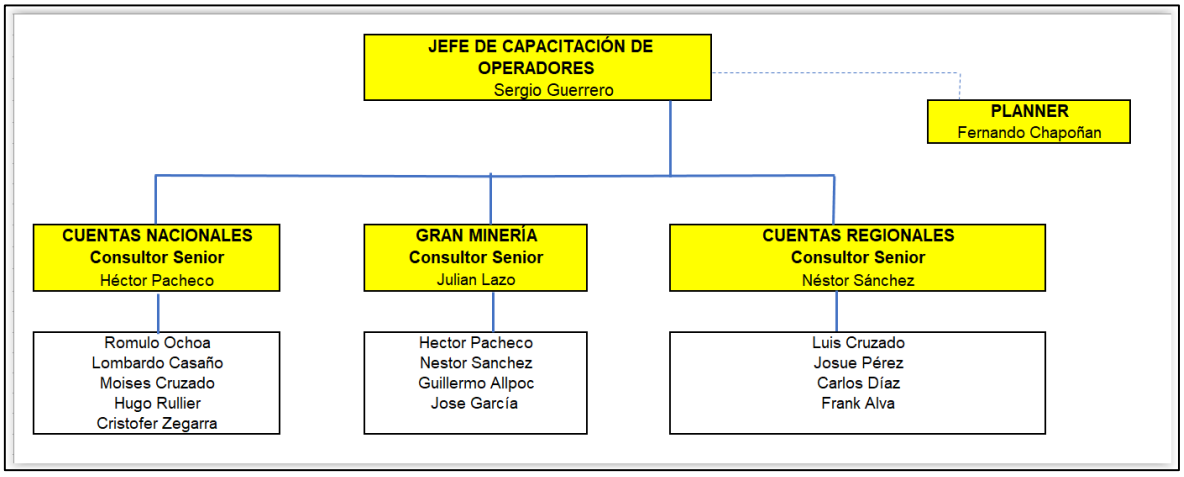
Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Gráfico 15: Organigrama Recursos Humanos



Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Gráfico 16: Organigrama Capacitación de Operadores



Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

DESARROLLO TÉCNICO

El Centro de Desarrollo Ferreycorp (CDF) busca alinear las iniciativas desarrolladas para el entrenamiento del personal de las empresas subsidiarias de la corporación, enfocado en en potenciar las habilidades de todos los colaboradores a fin de ofrecer un servicio de primera y mantener nuestro liderazgo en el mercado.

Está compuesto por los siguientes sectores:

- Cursos Técnicos y Certificaciones : Dirigidos al personal técnico de la empresa
- Cursos de Operación : Dirigidos al personal de operación de los clientes
- Cursos Multiempresariales: Dirigido al personal técnico de los clientes

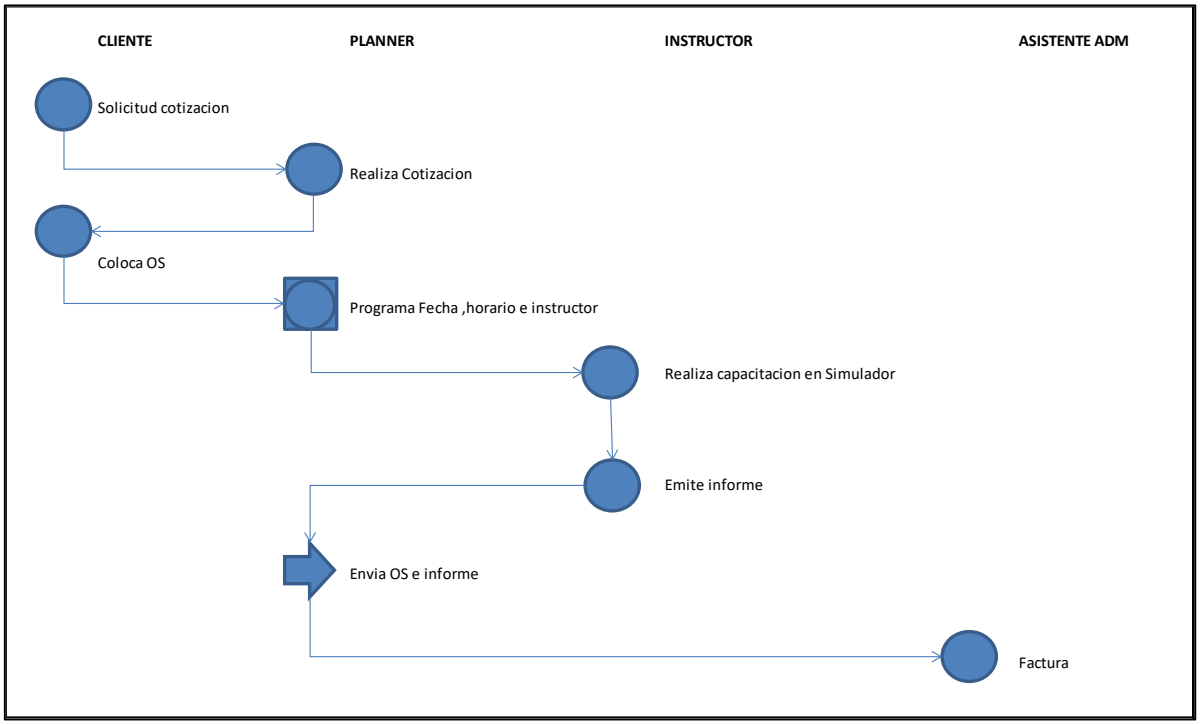
Respecto al problema que afronta la empresa, se tiene que éste se relaciona con la baja productividad y rendimiento del simulador de maquinaria pesada Caterpillar que se emplea en las actividades de entrenamiento. Esto se debe a que durante la utilización del mismo como parte de las actividades del entrenamiento se presentan paradas frecuentes lo que se visualiza cuando el equipo envía mensajes de advertencia. Esto origina paradas lo que afecta la productividad del simulador, pues en ocasiones su inoperatividad y parada puede ser durante varios días debido a que no se cuenta con el personal para el mantenimiento pues estos están abocados a tareas rutinarias de mantenimiento del equipamiento vendido.

Gráfico 17: Simulador de Maquinaria Pesada Caterpillar

Fuente: Página Oficial CAT Simulator

El simulador de maquinaria pesada Caterpillar ofrece un entrenamiento virtual que ha tomado mucha relevancia el estos últimos tiempos y cuenta con un ambiente seguro y económico para el entrenamiento de los operadores de maquinaria que es esencial, poniendo a prueba sus habilidades psicomotoras y evaluando su desempeño acorde a los estándares Caterpillar.

Gráfico 18: Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP)



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 19: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)

DESCRIPCION							**Observacion**
Solicitud cotizacion	●						Solicitado por cliente
Realiza cotizacion	●						
Coloca OS	●						
Programa fecha,horario e instructor						●	
Realiza capacitacion en Simulador	●						Capacitacion al cliente
Emite informe	●						
Envia OS e informe		●					
Factura	●						

Fuente: Elaboración Propia

Datos de la situación actual de la variable dependiente Productividad

En el siguiente cuadro 10 se presenta la producción del simulador de maquinaria pesada en los últimos tres meses calculado en 12 semanas, tabla que fue elaborada con base al número de capacitaciones mensuales realizadas, teniendo en cuenta lo siguiente:

Duración Estándar: 02 horas de capacitación por cliente, lo que concluye a 04 Capacitaciones por día realizándose semanalmente 20 capacitaciones como máximo.

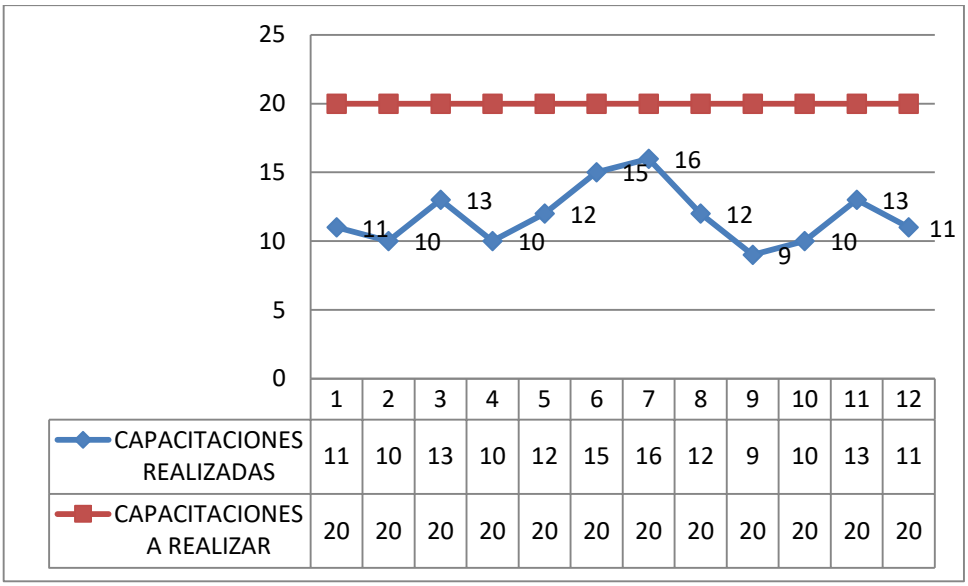
Costo Capacitación: S/300.00 c/u

Cuadro 10: Cuadro de producción actual de capacitaciones del simulador de maquinaria pesada Caterpillar

MES	SEMANA	CAPACITACIONES REALIZADAS	CAPACITACIONES A REALIZAR
ENERO	1	11	20
	2	10	20
	3	13	20
	4	10	20
FEBERO	5	12	20
	6	15	20
	7	16	20
	8	12	20
MARZO	9	9	20
	10	10	20
	11	13	20
	12	11	20

Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Gráfico 20: Producción semanal actual de capacitaciones del simulador de maquinaria pesada Caterpillar



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CAPACITACIONES REALIZADAS	11	10	13	10	12	15	16	12	9	10	13	11
CAPACITACIONES A REALIZAR	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

En el gráfico 20, podemos visualizar la producción de las 12 semanas pertenecientes a enero, febrero y marzo en la cual se puede observar que entre la cuarta y sexta semana hay una diferencia de 05 capacitaciones; sin embargo en la novena semana la producción es la más baja con 09 capacitaciones.

Se puede notar también que la producción alcanzada está muy por debajo de la capacidad instalada que es de 16 capacitaciones en la séptima semana siendo la de mayor producción a realizar de 20 capacitaciones.

Por consiguiente se realizó inspecciones diarias durante estas 12 semanas (enero, febrero y marzo) para obtener la eficiencia, eficacia y la productividad (Cuadro N°10) actual del simulador de maquinaria pesada Caterpillar.

En el siguiente Cuadro N°11 se obtuvo indicadores de las horas y capacitaciones realizadas por el instructor del simulador de maquinaria pesada en cada jornada laboral en el período de Enero a Marzo durante estas 12 primeras semanas.

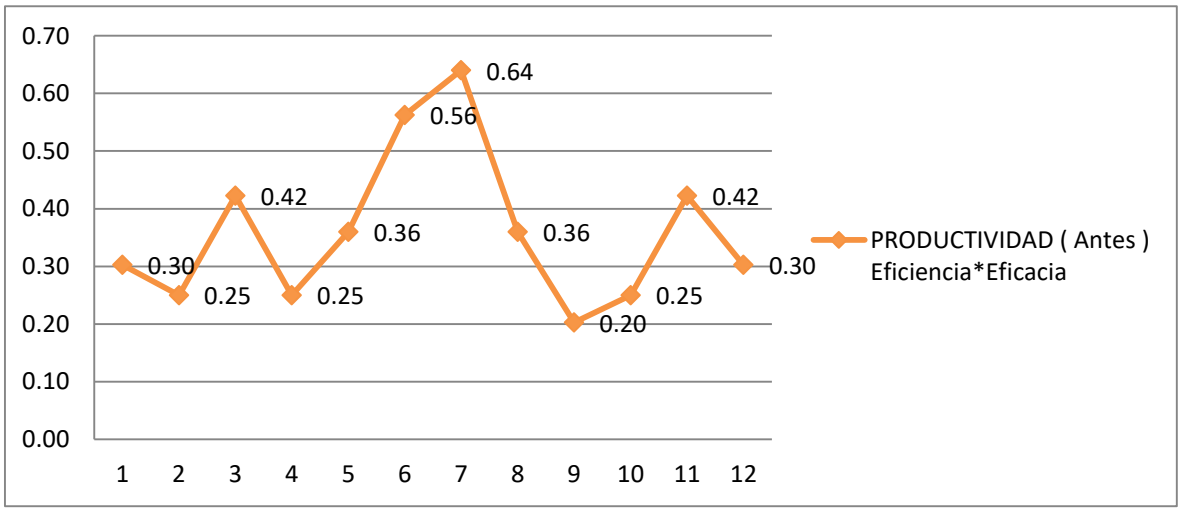
Cuadro 11: Medición de la Variable Dependiente – Productividad Antes de la Mejora

MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA APLICACIÓN DEL MANT. PREVENTIVO							
SEM	HORAS EJEC.	HORAS PROGR.	EFICIENCIA (Horas Ejec / Horas Prog)	CAPAC. EJEC.	CAPAC. PROGR.	EFICACIA (Capac Ejec/ Capac Prog)	PRODUCTIVIDAD(Antes) Eficiencia*Eficacia
1	22	40	0.55	11	20	0.55	0.30
2	20	40	0.50	10	20	0.50	0.25
3	26	40	0.65	13	20	0.65	0.42
4	20	40	0.50	10	20	0.50	0.25
5	24	40	0.60	12	20	0.60	0.36
6	30	40	0.75	15	20	0.75	0.56
7	32	40	0.80	16	20	0.80	0.64
8	24	40	0.60	12	20	0.60	0.36
9	18	40	0.45	9	20	0.45	0.20
10	20	40	0.50	10	20	0.50	0.25
11	26	40	0.65	13	20	0.65	0.42
12	22	40	0.55	11	20	0.55	0.30
				142			**0.36**

Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Así mismo los datos actuales de la productividad se han calculado en base a la cantidad de capacitaciones producidas semanalmente, antes de aplicarse el mantenimiento preventivo se encuentra en un promedio de 0.36 Capac. / Horas máquina en simulador obtenido en un total de 12 semanas según el cuadro 11.

Gráfico 21: Productividad antes de la aplicación del MP



Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Para el cálculo de la disponibilidad y confiabilidad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar antes de la aplicación del Mantenimiento Preventivo, se ha tomado los datos de las capacitaciones las 12 semanas del período Enero-Marzo.

La disponibilidad ha sido hallada a través del tiempo total entre las horas muertas entre el tiempo total, donde nos da como promedio 0.59 de disponibilidad del simulador.

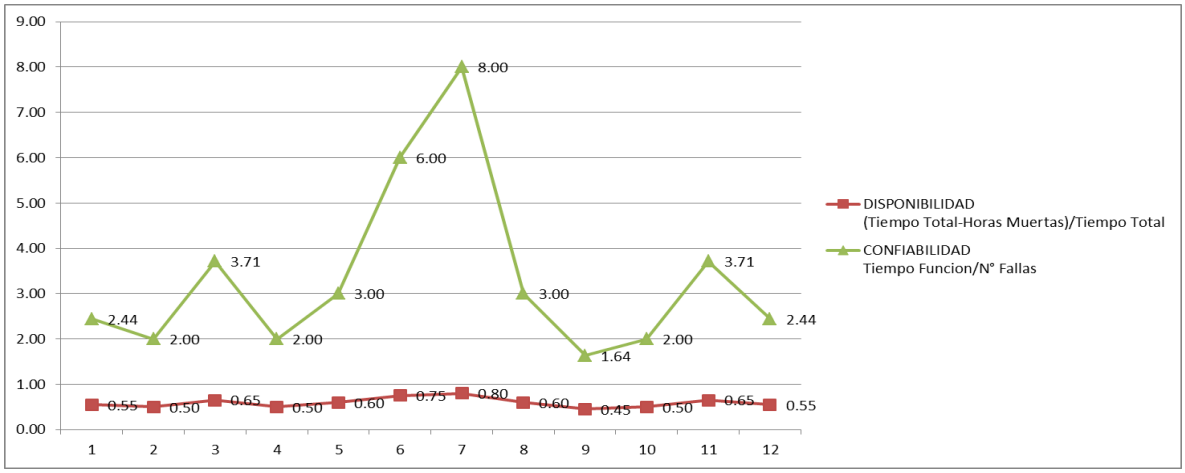
Cuadro 12: Medición de la Variable Independiente – Disponibilidad y Confiabilidad Antes de la Mejora

MEDICIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANTES DE SU APLICACIÓN						
SEM	TIEMPO TOTAL	HORAS MUERTAS	DISPONIBILIDAD (Tiempo Total-Horas Muertas)/Tiempo Total	TIEMPO FUNCIONALIDAD	N° FALLAS	CONFIABILIDAD Tiempo Funcion./N° Fallas
1	40	18	0.55	22	9	2.44
2	40	20	0.50	20	10	2.00
3	40	14	0.65	26	7	3.71
4	40	20	0.50	20	10	2.00
5	40	16	0.60	24	8	3.00
6	40	10	0.75	30	5	6.00
7	40	8	0.80	32	4	8.00
8	40	16	0.60	24	8	3.00
9	40	22	0.45	18	11	1.64
10	40	20	0.50	20	10	2.00
11	40	14	0.65	26	7	3.71
12	40	18	0.55	22	9	2.44
	DISPONIBILIDAD (ANTES)		0.59	CONFIABILIDAD (ANTES)		3.33

Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Del cuadro 12, el cálculo de la confiabilidad del simulador se realizó en función a las horas del tiempo de funcionamiento real del simulador entre las fallas por día, por lo cual obtuvimos un promedio de 3.33 de confiabilidad.

Gráfico 22: Disponibilidad y Confiabilidad antes de la aplicación del MP

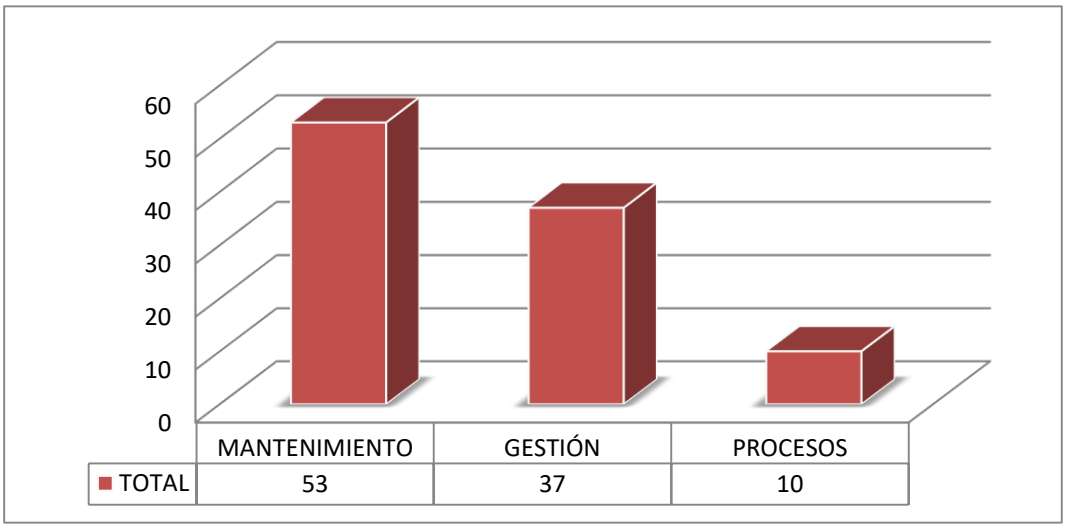


Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

2.7.2 Propuesta de Mejora

Sobre las evidencias de los problemas encontrados en la empresa que se observaron en el Ishikawa (Gráfico 7) y que conllevaron a Alternativas de Solución (Cuadro 6) para lo cual se tomaron las siguientes alternativas:

Gráfico 23: Alternativas en Áreas



Fuente: Elaboración propia.

Causa: Maquinarias y Equipos (Mantenimiento)

En la empresa no se lleva un control de historial de mantenimiento de los simuladores, no maneja programa de mantenimiento por lo que no existe un plan de mantenimiento.

La aplicación del mantenimiento preventivo ayudará a la empresa a aumentar la productividad de los simuladores generando así poder cumplir con las programaciones del personal operario para las capacitaciones respectivas en estos, manejo eficiente de los repuestos, cobro fijo de curso y cumplimiento con el programa de capacitación en el simulador al personal de los clientes por lo que estos quedarían satisfechos.

La implementación del plan de mejora delega una serie de labores y modificaciones que logran mejor la problemática de la empresa, de esa manera aumentar el ingreso mensual y la productividad con la ejecución del mantenimiento preventivo.

Luego de ser identificado la problemática principal que afecta directamente la productividad del simulador de maquinaria pesada, se procede a realizar la implementación del mantenimiento preventivo en el simulador, por consiguiente crear un plan de mantenimiento preventivo a través de un Diagrama de Gantt para finalmente luego de ser ejecutada se realice la medición de los resultados mediante informes y/o formatos.

Cuadro 13: Diagrama de Gantt – Cronograma de Ejecución Enero-Marzo

ACTIVIDADES	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN ENERO - JUNIO 2018																							
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Revisión de Información electrónica																								
Revisión de Documentación física																								
Diseño de formatos(Inventario y Ficha Técnica)																								
Codificación de partes del Simulador																								
Inventario de Repuestos																								
Llenado de Ficha Técnica (Instrucciones básicas de uso , Características técnicas)																								
Stock de repuestos (piezas, materiales e insumos)																								
Herramientas a usar																								
Definir operaciones de mantenimiento a realizar																								
Definir períodos del programa de mantenimiento																								
Diseñar plan de Mantenimiento																								
Diseñar los recursos																								
Capacitación al personal																								
Control del mantenimiento																								

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 14: Presupuesto

RECURSOS HUMANOS		
DESCRIPCIÓN		MONTO (S/.)
Mano de Obra	Jefe de Mantenimiento	S/. 5,000.00
	Jefe de Cursos de Operacion	S/. 6,500.00
	Instructores (04)	S/. 12,000.00
	Personal Mantenimiento (04)	S/. 6,000.00
RECURSOS MATERIALES		
Stock	Repuestos, materiales e insumos	S/. 4,485.00
Capacitación	Coffe breack	S/. 50.00
Formatos	Hojas bond (04) 12 c/u	S/. 48.00
TOTAL		S/. 34,083.00

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó un presupuesto total y se presentó a la gerencia del área para la aprobación del mismo, obteniendo el visto bueno para desarrollar la tesis.

2.7.3 Implementación de la Propuesta

Una vez realizado la propuesta de mejora se procede a la ejecución de la mejora; teniendo en cuenta que el objetivo principal es aumentar la productividad de capacitaciones realizadas a los clientes, para lo cual se dará a conocer las actividades a realizar en la empresa.

- Revisión de información electrónica: Se pide acceso a jefatura de Capacitación de Operadores al drive electrónico del historial de la documentación existente del simulador de maquinaria pesada Caterpillar, así como la descarga de los informes de las capacitaciones realizadas con el simulador del sistema SCC del área de Desarrollo Técnico con la que cuenta la empresa Ferreyros S.A.

- Revisión de documentación física: La empresa Ferreyros S.A., no cuenta con registro alguno de la realización de mantenimiento, ni de los componentes, es por ello que se procede a realizar lo siguiente:

- Diseño de formatos:

Formato de Inventario del simulador (ver anexo 01)

Formato de Ficha Técnica del simulador (ver anexo 02)

- Codificación de partes del Simulador: La asignación de códigos a cada componente del simulador permite su fácil identificación y para definir el mismo la codificación será compuesta e iniciada por la palabra “SIM” que representada la palabra simulador, seguido de dos números los cuales serán consecutivos iniciando en 01 que incrementan según la cantidad de componentes del simulador; se procede a codificar según lo descrito líneas arriba.

Gráfico 24: Codificación del Simulador

Fuente: Elaboración Propia

- Inventario de Repuestos: Debido a que actualmente el tipo de mantenimiento realizada al simulador de maquinaria pesada Caterpillar de la empresa Ferreyros S.A.es el correctivo, no se tiene un registro histórico del consumo de repuestos, ya que éstos se solicitan a medida que se vaya requiriendo en el mantenimiento aplicado, por este motivo se realiza el inventario de repuestos, mostrado en la siguiente cuadro N°15**.**

Cuadro 15: Inventario de repuestos

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO
N° 000167

INVENTARIO DE REPUESTOS DEL SIMULADOR

ITEM	DESCRIPCIÓN	QTY	MARCA	MODELO	SERIE	OPERATIVO SI	OPERATIVO NO
1	SUPRESOR DE PICOS						
2	TRANSFORMADOR						
3	CABLE HDMI						
4	FUENTE DE PODER						
5	RESORTES DE PEDALES						
6	FOCOS						
7	CABLES DE PODER						
8	CABLE DE IMPRESORA						
9	CABLE VGA						
10	PERNOS						
11	TUERCAS						
12							

Observaciones :

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Fuente: Elaboración Propia

- Llenado de Ficha Técnica: Se procede a elaborar la ficha técnica del simulador de la empresa Ferreyros S.A., el cual se puede observar en el cuadro N°16 , en el cual muestra las instrucciones y condiciones básicas de uso y características técnicas del simulador de maquinaria pesada Caterpillar.

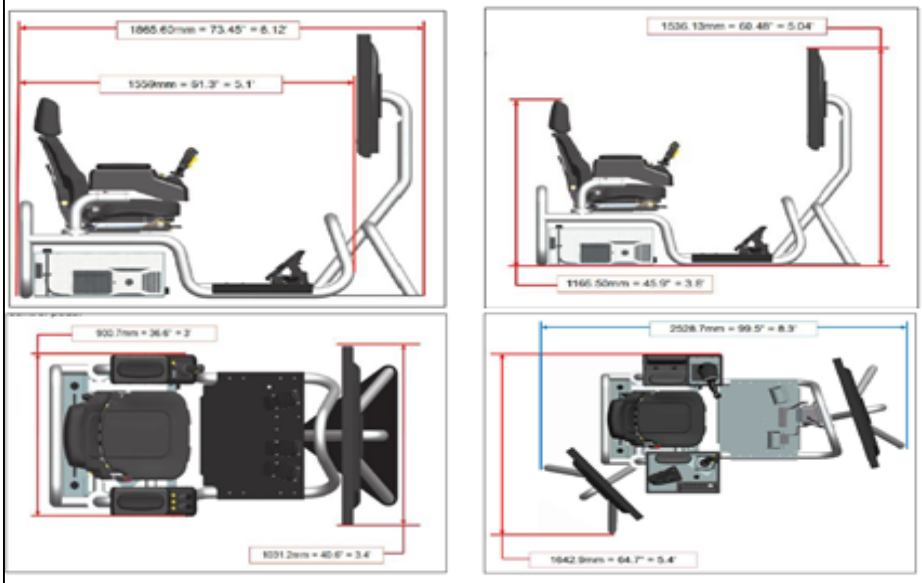
Cuadro 16: Ficha Técnica del Simulador

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO
N° 000123

FICHA TÉCNICA DEL SIMULADOR

DATOS GENERALES	
Nombre del Simulador	Maquinaria Pesada
Fabricante	Caterpillar
Fecha Adquisición	2010
ESPECIFICACIONES	
Peso Neto	100 Kg
Altura Máxima	1.53 metros
Diámetro	1.86 metros
Ancho	0.93 metros
CONDICIONES GENERALES	
Actividad	Entrenamiento
Situación Actual	Operativo
Observaciones	Sin observaciones



Elaborado por:	Aprobado por:
Fecha:	Fecha:

Fuente: Elaboración Propia

- Stock de Repuestos: Con el inventario de repuestos realizado (ver cuadro 17) se propone iniciar con una cantidad mínima de cada repuesto e insumo necesario para tener el simulador operativo; esto se realiza con los instructores para poder establecer los repuestos principales. El stock de repuestos se realiza según las condiciones de uso y categorías.

Cuadro 17: Stock de repuestos según condiciones de uso y categorías

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

STOCK DE REPUESTOS DEL SIMULADOR

				SEGÚN CATEGORÍA			
DESCRIPCIÓN	STOCK	SERIE	N° PARTE	SOMETIDA A DESGASTE	MÓVILES	ELÉCTRICOS	ESTRUCTURALES
SUPRESOR DE PICOS	1	T7L1-UP	S/N			X	
TRANSFORMADOR	1	STM01652	341-2377			X	
CABLE HDMI	1	S/N	S/N	X			
FUENTE DE PODER	1	B7B 00103	231-7654	X			
RESORTES DE PEDALES	1	CPT29342	675-8761	X			
FOCOS	1	98Z2467	S/N	X			
CABLES DE PODER	1	BKN00736	S/N	X			
CABLE DE IMPRESORA	1	2GR01445	S/N	X			
CABLE VGA	1	YAT00401	S/N	X			
PERNOS	15	2GS00015	123-879				X
TUERCAS	15	3GS00130	132-6543				X

Fuente: Elaboración Propia

Para la implementación del mantenimiento preventivo también es necesario contar con materiales e insumos que se requieren al momento de aplicar el mantenimiento preventivo, de esta manera se minimiza el tiempo de reparación que se invierte en el simulador.

Debido a los altos costos que genera mantener en stock una gran cantidad de repuestos, se solicitará únicamente la cantidad mínima suficiente para prevenir paros. En el cuadro N°18 podemos observar el costo que genera la adquisición de los siguientes repuestos, materiales e insumos.

Cuadro 18: Costos de Stock de Repuestos, materiales e insumos

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

STOCK DE REPUESTOS DEL SIMULADOR

REPUESTOS	QTY	UNITARIO	COSTO TOTAL
SUPRESOR DE PICOS	1	S/. 25.00	S/. 25.00
TRANSFORMADOR	1	S/. 100.00	S/. 100.00
CABLE HDMI	1	S/. 30.00	S/. 30.00
FUENTE DE PODER	1	S/. 150.00	S/. 150.00
RESORTES DE PEDALES	1	S/. 80.00	S/. 80.00
FOCOS	1	S/. 10.00	S/. 10.00
CABLES DE PODER	1	S/. 40.00	S/. 40.00
CABLE DE IMPRESORA	1	S/. 40.00	S/. 40.00
CABLE VGA	1	S/. 30.00	S/. 30.00
PERNOS	15	S/. 130.00	S/. 1,950.00
TUERCAS	15	S/. 100.00	S/. 1,500.00
			S/. 3,955.00
INSUMOS	**QTY**	**UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
LOCTITE 690	1	S/. 110.00	S/. 110.00
LIMPIA CONTACTOS	1	S/. 100.00	S/. 100.00
CONECTORES HDMI A MINI HDMI	1	S/. 30.00	S/. 30.00
SILICONA	1	S/. 35.00	S/. 35.00
ALCOHOL ISOPROPÍLICO	1	S/. 10.00	S/. 10.00
PINES	1	S/. 50.00	S/. 50.00
ACEITE LUBRICANTE	1	S/. 40.00	S/. 40.00
GRASA	1	S/. 60.00	S/. 60.00
CINTA AISLANTE	1	S/. 10.00	S/. 10.00
			S/. 445.00
MATERIALES	**QTY**	**UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
TRAPO INDUSTRIAL	1	S/. 15.00	S/. 15.00
PAPEL TOALLA	1	S/. 10.00	S/. 10.00
GUANTES DE CUERO	1	S/. 30.00	S/. 30.00
GUANTES QUIRÚRGICOS	1	S/. 30.00	S/. 30.00
			S/. 85.00
TOTAL			S/. 4,485.00

Fuente: Elaboración Propia

- Herramientas a usar: En el siguiente cuadro N°19 se muestra las herramientas que serán necesarias para realizar las actividades de mantenimiento preventivo, de la misma manera estas herramientas deberán pasar a ser calibradas por el encargado de Almacén: John Rojas, quien actualmente realiza este trabajo con las herramientas que se utilizan para otras actividades.

Cuadro 19: Herramientas a usar

Ferreyros CAT

una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

HERRAMIENTAS

ÍTEM	DESCRIPCION	CANT	MARCA	MARCA	SERIE	PARTE CODIGO	UBICACION	LOCALIZACION	CENTRO COSTO	ADQUISICION	SITUACION
1	JUEGO DE LLAVES ALLEN	1	CATERPILLAR	CAT	1376E014EB - 317-7485	317-7484	LIMA -CDT	F8	31	03/12/2016	OPERATIVO
2	CUTTER	1	CATERPILLAR	CAT		1U-7648	LIMA -CDT	P11	31	03/12/2016	OPERATIVO
3	DESARMADOR PLANO	1	CATERPILLAR	CAT		1U-7648	LIMA -CDT	P11	31	03/12/2016	OPERATIVO
4	DESARMADOR ESTRELLA	1	CATERPILLAR	CAT		1U-7648	LIMA -CDT	P11	31	03/12/2016	OPERATIVO
5	ALICATE	1	CATERPILLAR	CAT	0594E275EB - 317-7485	317-7484	LIMA -CDT	F8	31	03/12/2016	OPERATIVO
6	ALICATE DE CORTE	1	CATERPILLAR	CAT		177-2330	LIMA -CDT	F10	31	03/12/2016	OPERATIVO
7	GRASERA	1	CATERPILLAR	CAT		9S-9082	LIMA -CDT	A1-D	31	05/12/2016	OPERATIVO
8	LINTERNA	1	CATERPILLAR	CAT		9S-9082	LIMA -CDT	A1-D	31	05/12/2016	OPERATIVO
9	NIVEL	1	-	-		S/N	LIMA -CDT	A1-D	31	05/12/2016	OPERATIVO
10	LLAVE DE CORONA # 13	1	CATERPILLAR	CAT	28110282	349-4202	LIMA -CDT	A1-B	31	05/12/2016	OPERATIVO
11	LLAVE DE BOCA # 12	1	CATERPILLAR	CAT	28110290	349-4202	LIMA -CDT	A1-B	31	05/12/2016	OPERATIVO
12	ALICATE DE PRESIÓN	1	CATERPILLAR	CAT		192-3750	LIMA -CDT	A1-B	31	05/12/2016	OPERATIVO
13	LLAVE FRANCESA	1	CATERPILLAR	CAT		150-3992	LIMA -CDT	A1-C	31	05/12/2016	OPERATIVO
14	JUEGO DE LLAVES THORTON	1	-			9U-7248	LIMA -CDT	A1-C	31	05/12/2016	OPERATIVO

Fuente: Elaboración Propia

- Operaciones de mantenimiento a realizar: Se define de acuerdo a las recomendaciones del fabricante Caterpillar y la experiencia del jefe de mantenimiento, de esta manera se identificará desperfectos que serán eliminados a través de una acción preventiva.

Mantenimiento a realizar:

* Revisión básica: Verificar ajuste de pernos y tuercas; lubricar: revisar circuitos y conexiones, limpieza de polvo y pelusas, estado de mandos y controles, CPU, conexiones del cableado, pines y alrededor del simulador.

* Revisión eléctrica: Verificar todas las conexiones eléctricas desde y hacia el simulador.

* Lubricación: Se lubrica las partes móviles (pedales, controles y seguros), los pines, perillas y pernos.

* Inspecciones: Se revisa el estado general de todos los componentes del simulador.

* Limpieza interna: Pulverizar con aire comprimido el interior de la caja contenedor del CPU y verificar que la puerta lateral y superior cierre herméticamente para que no entre pelusa ni polvo.

* Revisión de test de funcionamiento: Verificar respuesta por cada mando, interruptor, pedal y controles.

* Descarga de base de datos: Importar la data almacenada en CPU.

* Escaneo de Antivirus: Limpieza interna del software.

- Períodos y frecuencias del programa de mantenimiento: La frecuencia con la que serán realizadas las operaciones serán diarias, mensuales, bimestrales y trimestrales (Ver Cuadro 20).

Cuadro 20: Frecuencia de las Operaciones de Mantenimiento

FRECUENCIA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO
DIARIA	Revisión Básica
	Revisión Eléctrica
MENSUAL	Inspecciones
	Lubricación
	Limpieza interna
	Revisión de test de funcionamiento
BIMESTRAL	Descarga de base de datos
	Escaneo de antivirus
TRIMESTRAL	Actualización de software

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro 21 observamos el Programa de Mantenimiento Preventivo elaborado en función a las frecuencias de las operaciones de mantenimiento tales como: revisiones, lubricaciones, inspecciones, etc.

Cuadro 21: Cronograma y Programa del Mantenimiento Preventivo del Simulador

Ferreyros CAT una empresa Ferreycorp	Revisión : Jefe Mantenimiento Simulador : Maquinaria Pesada Marca : CATERPILLAR Área : Desarrollo Técnico	CRONOGRAMA Y PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																							
		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
ACTIVIDADES	Frecuencia	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Revisión básica	D																								
Revisión eléctrica	D																								
Lubricación	M																								
Inspecciones	M																								
Limpieza interna	M																								
Revisión de test de funcionamiento	M																								
Descarga de base de datos	B																								
Escaneo de Antivirus	B																								
Actualización de software	T																								

DIARIA
MENSUAL
BIMENSUAL
TRIMESTRAL

Fuente: Elaboración Propia

- Diseñar el plan de mantenimiento: Se procede a realizar formatos según sea el caso y serán llenados al realizar cada operación de mantenimiento.

Mantenimiento autónomo: Son las inspecciones y limpiezas del simulador realizados por el instructor a cargo al empezar el día; así mismo completará el formato indicando los defectos que encuentre en el cuadro de observaciones, este formato será entregado al jefe de mantenimiento, para que sea revisado y así tomar las acciones preventivas .Ver anexo **3.**

Orden de trabajo: En este documentos se registrarán los datos para el desarrollo del mantenimiento si este es preventivo o correctivo; se indicará los materiales a requerir, fecha y mano de obra; así mismo será elaborado antes de iniciar el mantenimiento preventivo mensual, bimestral y trimestral. La OT será proporcionada por el jefe de mantenimiento y deberá cerrarse al culminar el mantenimiento .Ver anexo **4.**

Mantenimiento Preventivo Mensual, Bimestral, Trimestral: Estos mantenimientos será realizado por el personal de mantenimiento bajo la supervisión del jefe de mantenimiento por el tipo de complejidad del trabajo a realizar .Ver anexo **5.**

- Definir los recursos:

* Jefe de Capacitación de Operadores: Supervisa el control del cumplimiento del mantenimiento preventivo.

* Instructores: Realizan y reportan al jefe de mantenimiento las inspecciones, revisiones y capacitaciones diarias.

* Jefe de Mantenimiento: Supervisa y reporta al jefe de Capacitación de operadores los mantenimientos mensuales, bimestrales y trimestrales; además de la apertura y cierre de las órdenes de trabajo.

* Personal Técnico: Realiza los mantenimientos mensuales, bimestrales y trimestrales.

- Capacitación al personal: Se imparte todo lo relacionado al mantenimiento preventivo al personal involucrado, mediante el siguiente syllabus en el cuadro N°20

* Instructor: Es realizada por el jefe de mantenimiento y mi persona

* Lugar: Aula 107 – Ferreyros S.A. – Av. Argentina 5799 – Carmen de la Legua – Callao

* Duración: 03 Días en el lapso de 03 semanas

Cuadro 22: Syllabus de la Capacitación

INTRODUCCION DE PRODUCTO NUEVO - NPI

Nivel Básico

La necesidad de contar con herramientas mas precisas y productivas de los últimos años ,obliga al desarrollo de nuevos equipos y nuevas tecnologías que facilitan el trabajo a los operadores y para ello es necesaria la actualización de los operadores siendo esta un factor determinante para ser competente en la operación de estos nuevos equipos.

Público objetivo

- Operadores con experiencia.

Objetivo del curso

- Obtener información actualizada del nuevo equipo.
- Familiarización con mandos y controles.
- Configuración del equipo para el trabajo requerido cumpliendo los procedimientos de operación y estándares Caterpillar .

Contenido del curso

- Seguridad.
- Características.
- Mantenimiento.
- Compartimiento del operador.
- Procedimientos previos a la operación.
- Procedimientos operativos .

Requerimientos

- Sala , Proyector multimedia
- Disponibilidad de equipo
- Disponibilidad del personal

Pre-requisitos

- Experiencia en operación de equipos

Duración

02 horas – Práctica (por participante)

N° de Participantes

- Mínimo 1 | Máximo 4 (por cliente)

Se Entregara:

- Certificado

Ferreyros CAT

Fuente: Elaboración Propia

- Control del mantenimiento: Este control para verificar el desarrollo del mantenimiento al simulador de maquinaria pesada Caterpillar de la empresa Ferreyros S.A. se realizará a través del formato de trabajo y registro de mantenimiento del simulador (ver Cuadro 23) .

Cuadro 23: Registro de Trabajo

Ferreyros CAT

una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

REGISTRO DE TRABAJO

DATOS GENERALES			
N°: 002-2019			Defecto: Simulador no identifica controles
Fecha: 07/07/18			Acción Preventiva: Revisión interna
Condición	EN REPARACIÓN	OPERATIVA	Frecuencia: Semanal

OBSERVACIONES
El simulador no identifica los josticks para el levante del cucharón , para lo cual se solicita la revisión minuciosa interna del mismo

Jefe Mantenimiento: Héctor Pacheco P.

Fuente: Elaboración Propia

En este cuadro 23 se resume los trabajos realizados, datos, fecha y tipo del mantenimiento efectuado, como también la condición encontrada y culminada del simulador, este formato es llenado por el jefe de mantenimiento.

Cuadro 24: Registro de Mantenimiento

Ferreyros CAT

una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

RECURSOS NECESARIOS				
FECHA	TIPO DE MANTENIMIENTO	ACCIÓN PREVENTIVA	TÉCNICO	NOTAS
08/07/2018	Correctivo	Lubricación	Jhon Rojas	Simulador probado
09/07/2018	Correctivo	Cambio de Filtro	Jhon Rojas	Ninguna
10/07/2018	Correctivo	Reemplazo de tapón	Jhon Rojas	Ninguna
11/07/2018	Correctivo	Lubricación	Jhon Rojas	Simulador probado
12/07/2018	Correctivo	Cambio de aceite	Jhon Rojas	Ninguna

Fuente: Elaboración Propia

Del siguiente cuadro 24 se realizará el Registro de mantenimiento del simulador de maquinaria pesada Caterpillar, de tal manera que el jefe de mantenimiento podrá llevar el control de cada mantenimiento realizado.

2.7.4 Resultados después de la mejora

Luego de la aplicación del mantenimiento preventivo se puede visualizar la mejora en nuestros indicadores, estas variables fueron obtenidas después de un mes de estar en marcha la aplicación del mantenimiento preventivo.

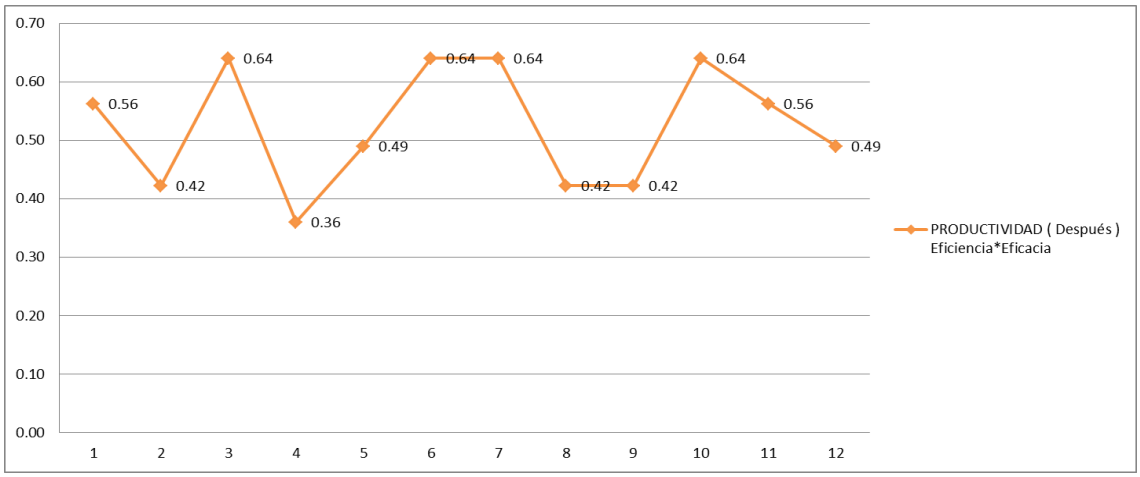
Para lo cual se obtuvo un aumento en la productividad al realizarse el mantenimiento preventivo obteniéndose un 0.52 Capac. / Horas máquina en simulador obtenida en total de 12 semanas en el período de Abril a Junio 2018 según el siguiente cuadro N°25:

Cuadro 25: Medición de la Variable Dependiente – Productividad Después de la mejora

MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA APLICACIÓN DEL MANT. PREVENTIVO							
SEM	HORAS EJEC.	HORAS PROGR.	EFICIENCIA (Horas Ejec / Horas Prog)	CAPAC. EJEC.	CAPAC. PROGR.	EFICACIA (Capac Ejec/ Capac Prog)	PRODUCTIVIDAD(Después) Eficiencia*Eficacia
1	30	40	0.75	15	20	0.75	0.56
2	26	40	0.65	13	20	0.65	0.42
3	32	40	0.80	16	20	0.80	0.64
4	24	40	0.60	12	20	0.60	0.36
5	28	40	0.70	14	20	0.70	0.49
6	32	40	0.80	16	20	0.80	0.64
7	32	40	0.80	16	20	0.80	0.64
8	26	40	0.65	13	20	0.65	0.42
9	26	40	0.65	13	20	0.65	0.42
10	32	40	0.80	16	20	0.80	0.64
11	30	40	0.75	15	20	0.75	0.56
12	28	40	0.70	14	20	0.70	0.49
				173			**0.52**

Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Gráfico 25: Gráfico de la Productividad después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo



Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Para el cálculo de la disponibilidad y confiabilidad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo, se ha tomado los datos de las capacitaciones las 12 semanas del período Abril-Junio.

La disponibilidad ha sido hallada a través del tiempo total entre las horas muertas entre el tiempo total, donde nos da como promedio 0.72 de disponibilidad del simulador.

Para el cálculo de la confiabilidad del simulador se realizó en función a las horas del tiempo de funcionamiento real del simulador entre las fallas por día, por lo cual obtuvimos un promedio de 5.62 de confiabilidad (ver cuadro N°26).

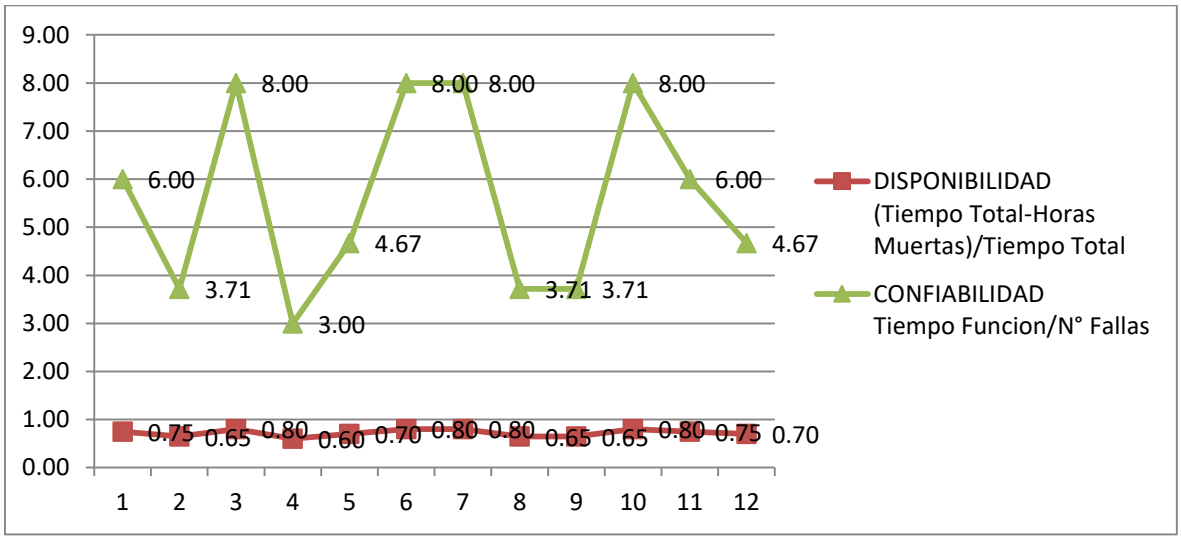
Después de la aplicación del mantenimiento preventivo se observa que la variable dependiente respecto a las dimensiones de disponibilidad y confiabilidad de los simuladores ha aumentado, esto se visualiza en el siguiente cuadro N°26:

Cuadro 26: Medición de la Variable Independiente – Disponibilidad y Confiabilidad después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo

MEDICIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DESPUÉS DE SU APLICACIÓN						
SEM	TIEMPO TOTAL	HORAS MUERTAS	DISPONIBILIDAD (Tiempo Total-Horas Muertas)/Tiempo Total	TIEMPO FUNCIONALIDAD	N° FALLAS	CONFIABILIDAD Tiempo Funcion./N° Fallas
1	40	10	0.75	30	5	6.00
2	40	14	0.65	26	7	3.71
3	40	8	0.80	32	4	8.00
4	40	16	0.60	24	8	3.00
5	40	12	0.70	28	6	4.67
6	40	8	0.80	32	4	8.00
7	40	8	0.80	32	4	8.00
8	40	14	0.65	26	7	3.71
9	40	14	0.65	26	7	3.71
10	40	8	0.80	32	4	8.00
11	40	10	0.75	30	5	6.00
12	40	12	0.70	28	6	4.67
	DISPONIBILIDAD (ANTES)		**0.72**	CONFIABILIDAD (ANTES)		**5.62**

Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

Gráfico 26: Gráfico de Disponibilidad y Confiabilidad después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo



Fuente: Empresa Ferreyros S.A.

En el siguiente cuadro 27 se puede observar un resumen de los datos de productividad, disponibilidad y confiabilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo.

Cuadro 27: Resumen Pre y Post test

	PORCENTAJE DEL PRE Y POST TEST		
	PRODUCTIVIDAD	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
PRE	**0.36**	**0.59**	**3.33**
POST	**0.52**	**0.72**	**5.62**

Fuente: Elaboración Propia

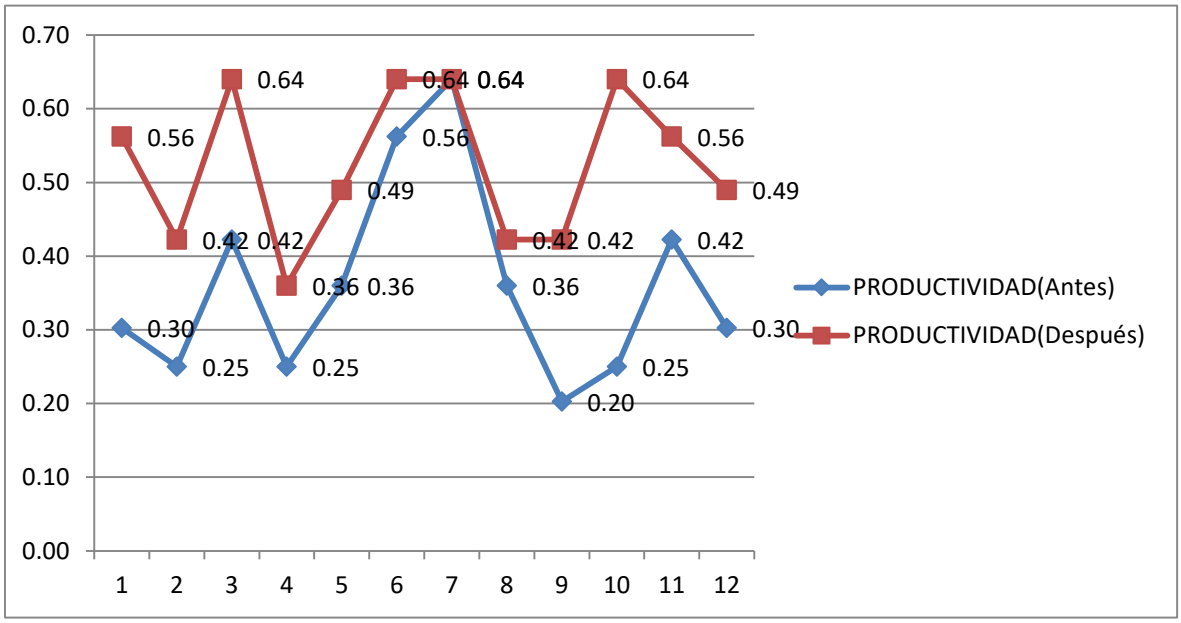
De acuerdo a los datos obtenidos después de la implementación realizada queda claro que la aplicación del mantenimiento preventivo permitirá aumentar la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de la empresa Ferreyros S.A.

Cuadro 28: Prueba del Pre y Post test

	PRODUCTIVIDAD	CAPACITACIONES SEMANAL	CAPACITACIONES REAL SEMANAL
PRE	**0.36**	**20**	**7.21**
POST	**0.52**	**20**	**10.49**
DIFERENCIA	0.16	**20**	3.28

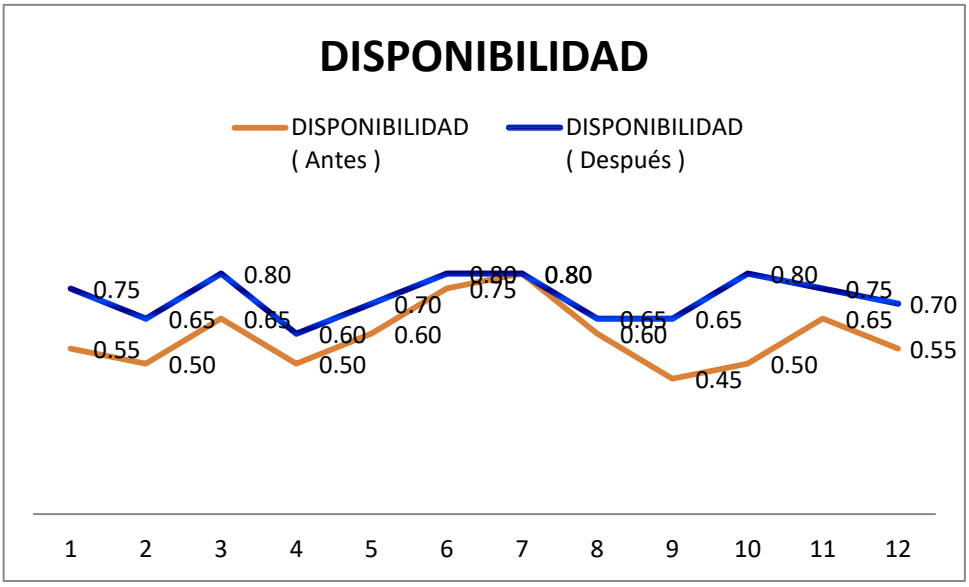
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 27: Gráfico de la Productividad antes y después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo



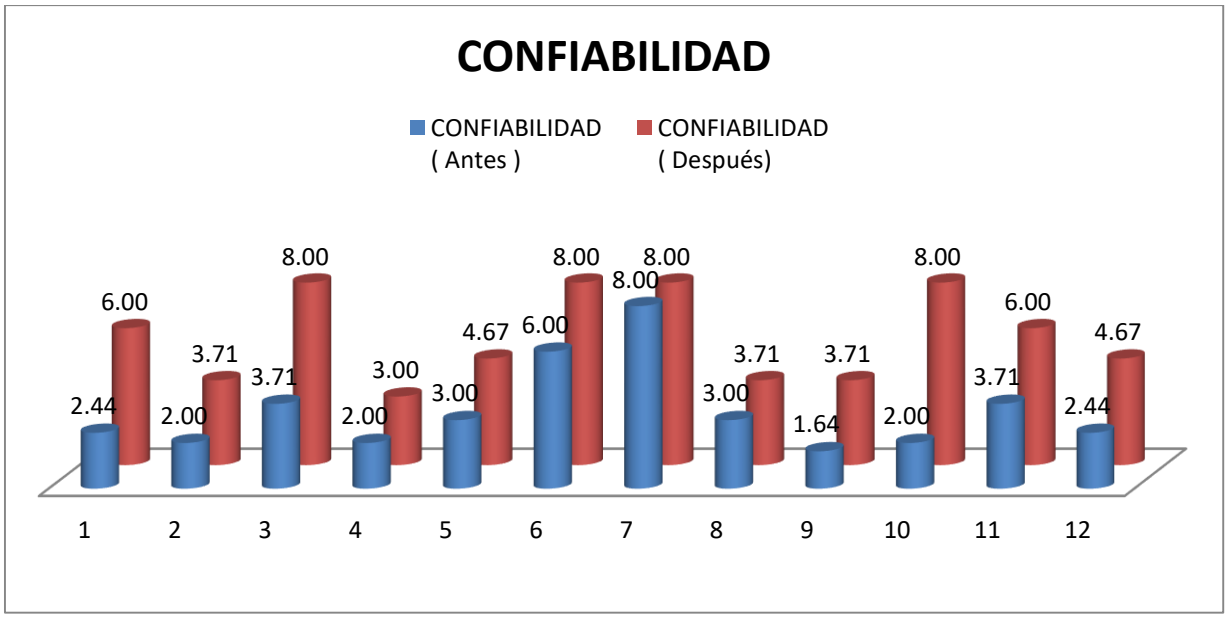
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 28: Gráfico de la Disponibilidad antes y después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 29: Gráfico de la Confiabilidad antes y después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

2.7.5 Análisis Económico Financiero

Para el análisis económico – financiero, se verificó a través del análisis beneficio – costo mediante los costos utilizados en la implementación del mantenimiento preventivo.

Costo

Los costos requeridos para la aplicación del mantenimiento preventivo son los siguientes:

Cuadro 29: Costo de Implementación

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN			
MEJORA			**MONTO (S/.)**
Mantenimiento Preventivo (diario,mensual,bimensual,trimestral)	**Mano de Obra**	Jefe de Mantenimiento	S/. 5,000.00
		Jefe de Cursos de Operacion	S/. 6,500.00
		Instructores (04)	S/. 12,000.00
		Personal Mantenimiento (04)	S/. 6,000.00
	Stock de Repuestos	Repuestos, materiales e insumos	S/. 4,485.00
Capacitación		Coffe breack	S/. 50.00
Formatos		Hojas bond (04) 12 c/u	S/. 48.00
TOTAL			**S/. 34,083.00**

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 29, se aprecia el costo de implementación total realizado en mano de obra, materiales y repuestos para la implementación del mantenimiento preventivo. Es importante mencionar que en la Capacitación al personal se ofrece coffe breack por eso se considera dentro de los costos.

Beneficio

Para determinar el beneficio de la implementación se tiene en cuenta los siguientes datos:

Cuadro 30: Beneficio de la Implementación

	PRODUCTIVIDAD	CAPACITACIONES PROGRAMADAS SEMANAL	CAPACITACIONES REALIZADAS SEMANAL (PRODUCT*CAPAC. PROG. SEM.)	PERIODO (SEMANAS)	PRECIO UNITARIO CAPACITACION	MONTO (CAP.REAL.SEM.*PERIOD*PREC UNIT.)
PRE	**0.36**	**20**	**7.21**	**12**	**S/. 300.00**	S/. 25,950.00
POST	**0.52**	**20**	**10.49**	**12**	**S/. 300.00**	S/. 37,755.00
DIFERENCIA	0.16	**20**	**3.28**			**S/. 63,705.00**

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 30, se comprueba que el beneficio es visible ya que la cantidad de capacitaciones realizadas en el período enero – marzo 2018 es de 07

capacitaciones semanal respecto al período abril – junio 2018 de 10 capacitaciones semanal, este último se ve aumentado por lo que los ingresos en la empresa se ven incrementadas; en el siguiente cuadro 31 podemos visualizar el análisis económico financiero para de esta manera poder hallar el beneficio de la implementación. Cabe mencionar que el costo por cada capacitación es de S/300.00.

Cuadro 31: Beneficio - Costo

COSTO - BENEFICIO	
DESCRIPCION	**TOTAL**
COSTO	S/. 34,083.00
BENEFICIO	S/. 63,705.00
BENEFICIO/COSTO	**1.87**

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 31, se presenta el cálculo beneficio – costo en donde se puede visualizar que por cada sol invertido el proyecto de investigación devuelve 1.87 soles.

III.RESULTADOS

3.1 Del Análisis Descriptivo

En la presente tesis se realiza un análisis descriptivo a los resultados obtenidos antes y después de la productividad de la empresa Ferreyros S.A.

Así mismo se analiza los datos en los programas Excell y SPSS como también las dimensiones del mantenimiento preventivo las cuales son la Confiabilidad y Disponibilidad, la variable dependiente y sus dimensiones.

De esta manera se observa la media, mediana, varianza, desviación estándar y será aplicada para ambas variables y dimensiones.

3.1.1. Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo

Dimensión 1: Disponibilidad

Para medir este indicador se calculó en función a la diferencia entre el tiempo total y las horas muertas del simulador de maquinaria pesada Caterpillar, de esta manera se obtuvo la disponibilidad en un antes y después de la mejora, en el cuadro 37 se muestra los datos obtenidos.

Cuadro 32: Comparación Porcentajes Disponibilidad

ANTES			
SEMANA	TIEMPO TOTAL	HORAS MUERTAS	DISPONIBILIDAD (Tiempo Total-Horas Muertas)/Tiempo Total
1	40	18	0.55
2	40	20	0.50
3	40	14	0.65
4	40	20	0.50
5	40	16	0.60
6	40	10	0.75
7	40	8	0.80
8	40	16	0.60
9	40	22	0.45
10	40	20	0.50
11	40	14	0.65
12	40	18	0.55
			0.59

DESPUÉS			
SEMANA	TIEMPO TOTAL	HORAS MUERTAS	DISPONIBILIDAD (Tiempo Total-Horas Muertas)/Tiempo Total
1	40	10	0.75
2	40	14	0.65
3	40	8	0.80
4	40	16	0.60
5	40	12	0.70
6	40	8	0.80
7	40	8	0.80
8	40	14	0.65
9	40	14	0.65
10	40	8	0.80
11	40	10	0.75
12	40	12	0.70
			0.72

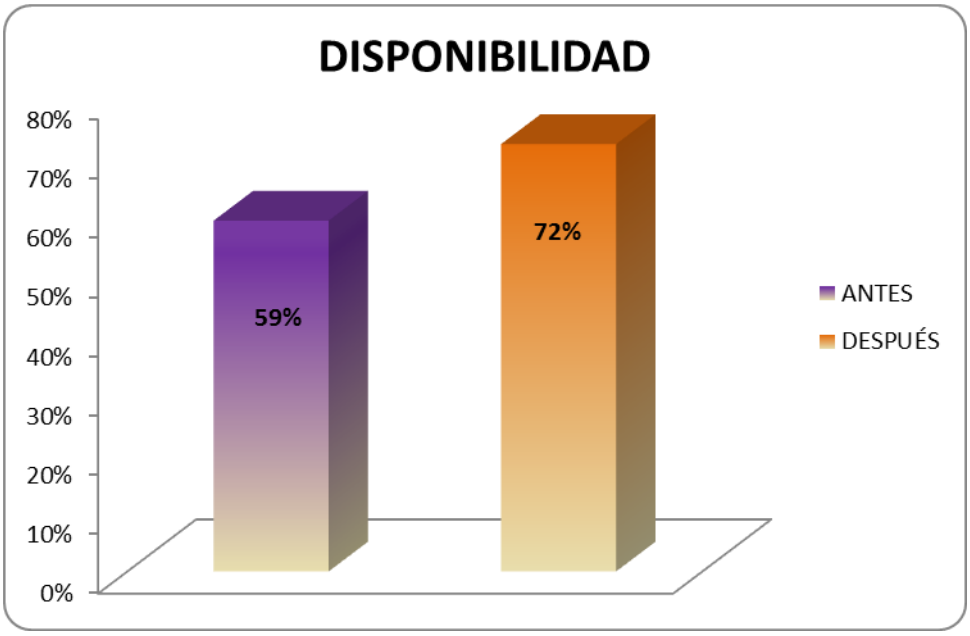
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 33: Comparación de Porcentajes Disponibilidad

DISPONBILIDAD	
ANTES	59%
DESPUÉS	72%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 30: Gráfico de Promedio en Porcentajes Disponibilidad



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 30 se visualiza la disponibilidad con un incremento del 14% después de la aplicación del mantenimiento preventivo.

Dimensión 2: Confiabilidad

Para medir este indicador se calculó en función el tiempo de funcionamiento del simulador de maquinaria pesada Caterpillar entre el número de fallas, de esta manera se obtuvo la confiabilidad en un antes y después de la mejora, en el cuadro 34 se muestra los datos obtenidos.

Cuadro 34: Comparación de Porcentajes Confiabilidad

ANTES			
SEMANA	TIEMPO FUNCIONALIDAD	N° FALLAS	CONFIABILIDAD Tiempo Funcion./N° Fallas
1	22	9	2.44
2	20	10	2.00
3	26	7	3.71
4	20	10	2.00
5	24	8	3.00
6	30	5	6.00
7	32	4	8.00
8	24	8	3.00
9	18	11	1.64
10	20	10	2.00
11	26	7	3.71
12	22	9	2.44
			3.33

DESPUÉS			
SEMANA	TIEMPO FUNCIONALIDAD	N° FALLAS	CONFIABILIDAD Tiempo Funcion./N° Fallas
1	30	5	6.00
2	26	7	3.71
3	32	4	8.00
4	24	8	3.00
5	28	6	4.67
6	32	4	8.00
7	32	4	8.00
8	26	7	3.71
9	26	7	3.71
10	32	4	8.00
11	30	5	6.00
12	28	6	4.67
			5.62

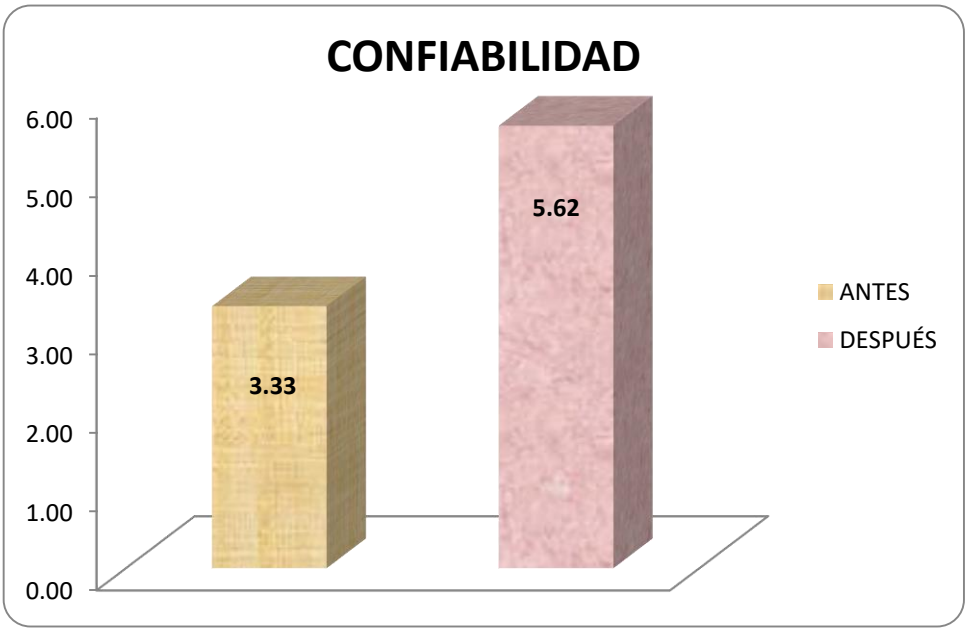
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 35: Comparación de Decimales Confiabilidad

CONFIABILIDAD	
ANTES	3.33
DESPUÉS	5.62

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 31: Gráfico de Promedio en Porcentajes Confiabilidad



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 30 se visualiza la confiabilidad con un incremento del 2.29 después de la aplicación del mantenimiento preventivo.

3.1.2. Variable Dependiente: Productividad

Para la medición de esta variable se observó los indicadores de eficiencia y eficacia con la finalidad de obtener como resultado la productividad de la empresa, para lo cual en el siguiente cuadro se muestra los datos antes y después de aplicar la mejora:

Cuadro 36: Comparación de Productividad antes y después de la mejora

ANTES			
SEMANA	EFICIENCIA (Horas Ejec / Horas Prog)	EFICACIA (Capac Ejec/ Capac Prog)	PRODUCTIVIDAD Eficiencia*Eficacia
1	0.55	0.55	0.30
2	0.50	0.50	0.25
3	0.65	0.65	0.42
4	0.50	0.50	0.25
5	0.60	0.60	0.36
6	0.75	0.75	0.56
7	0.80	0.80	0.64
8	0.60	0.60	0.36
9	0.45	0.45	0.20
10	0.50	0.50	0.25
11	0.65	0.65	0.42
12	0.55	0.55	0.30
			0.36

DESPUÉS			
SEMANA	EFICIENCIA (Horas Ejec / Horas Prog)	EFICACIA (Capac Ejec/ Capac Prog)	PRODUCTIVIDAD Eficiencia*Eficacia
1	0.75	0.75	0.56
2	0.65	0.65	0.42
3	0.80	0.80	0.64
4	0.60	0.60	0.36
5	0.70	0.70	0.49
6	0.80	0.80	0.64
7	0.80	0.80	0.64
8	0.65	0.65	0.42
9	0.65	0.65	0.42
10	0.80	0.80	0.64
11	0.75	0.75	0.56
12	0.70	0.70	0.49
			0.52

Fuente: Elaboración Propia

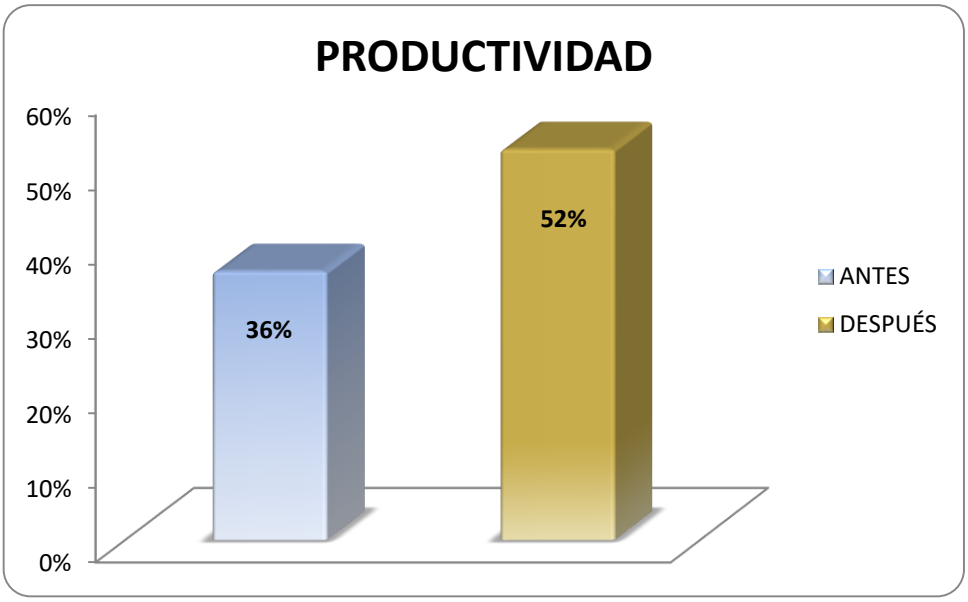
Cuadro 37: Comparación de Porcentajes Productividad

PRODUCTIVIDAD	
ANTES	36%
DESPUÉS	52%

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 32 se visualiza la productividad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo para lo cual se muestra un incremento del 16%.

Gráfico 32: Gráfico de Promedio en Porcentajes Productividad



Fuente: Elaboración Propia

Dimensión 1: Eficiencia

Para medir este indicador se calculó en función de las horas programadas entre las horas ejecutadas de las capacitaciones, de esta manera se obtuvo la eficiencia en un antes y después de la mejora, en el cuadro 37 se muestra los datos obtenidos.

Cuadro 37: Comparación de Porcentajes Eficiencia

ANTES			
SEMANA	HORAS EJECUTADAS	HORAS PROGRAMADAS	EFICIENCIA (Horas Ejec / Horas Prog)
1	22	40	0.55
2	20	40	0.50
3	26	40	0.65
4	20	40	0.50
5	24	40	0.60
6	30	40	0.75
7	32	40	0.80
8	24	40	0.60
9	18	40	0.45
10	20	40	0.50
11	26	40	0.65
12	22	40	0.55
			0.59

DESPUÉS			
SEMANA	HORAS EJECUTADAS	HORAS PROGRAMADAS	EFICIENCIA (Horas Ejec / Horas Prog)
1	30	40	0.75
2	26	40	0.65
3	32	40	0.80
4	24	40	0.60
5	28	40	0.70
6	32	40	0.80
7	32	40	0.80
8	26	40	0.65
9	26	40	0.65
10	32	40	0.80
11	30	40	0.75
12	28	40	0.70
			0.72

Fuente: Elaboración Propia

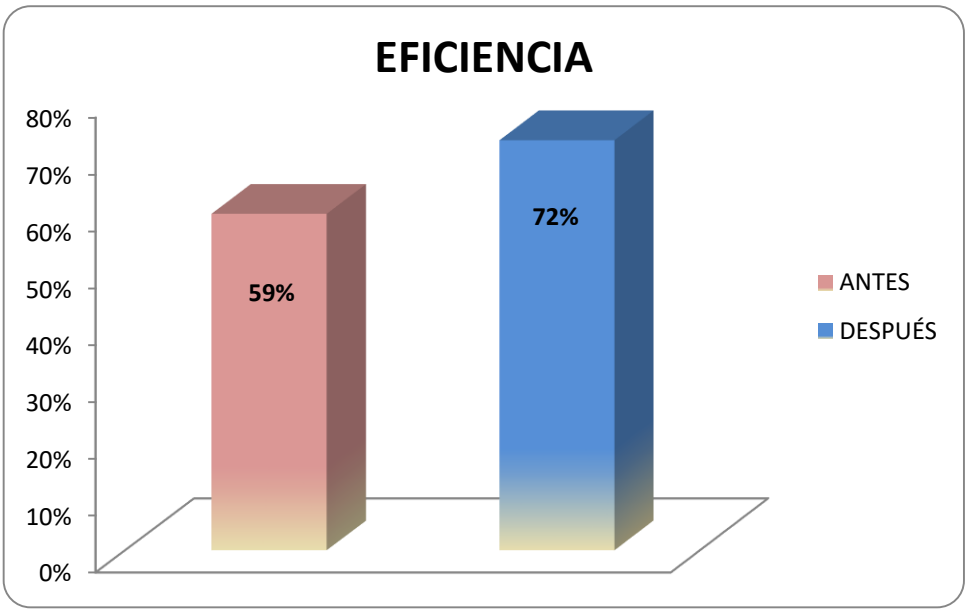
Cuadro 38: Comparación de Porcentajes Eficiencia

EFICIENCIA	
ANTES	59%
DESPUÉS	72%

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 33 se visualiza la eficiencia antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo para lo cual se muestra un incremento del 13%.

Gráfico 33: Gráfico de Promedio en Porcentajes Eficiencia



Fuente: Elaboración Propia

Dimensión 2: Eficacia

Para medir este indicador se calculó en función de las capacitaciones programadas entre las capacitaciones ejecutadas que realizó el simulador de maquinaria pesada Caterpillar, de esta manera se obtuvo la eficacia en un antes y después de la mejora, en el cuadro 39 se muestra los datos obtenidos.

Cuadro 39: Comparación de Porcentajes Eficacia

ANTES			
SEMANA	CAPACITACIONES EJECUTADAS	CAPACITACIONES PROGRAMADAS	EFICACIA (Capac Ejec/ Capac
1	11	20	0.55
2	10	20	0.50
3	13	20	0.65
4	10	20	0.50
5	12	20	0.60
6	15	20	0.75
7	16	20	0.80
8	12	20	0.60
9	9	20	0.45
10	10	20	0.50
11	13	20	0.65
12	11	20	0.55
			0.59

DESPUÉS			
SEMANA	CAPACITACIONES EJECUTADAS	CAPACITACIONES PROGRAMADAS	EFICACIA (Capac Ejec/ Capac
1	15	20	0.75
2	13	20	0.65
3	16	20	0.80
4	12	20	0.60
5	14	20	0.70
6	16	20	0.80
7	16	20	0.80
8	13	20	0.65
9	13	20	0.65
10	16	20	0.80
11	15	20	0.75
12	14	20	0.70
			0.72

Fuente: Elaboración Propia

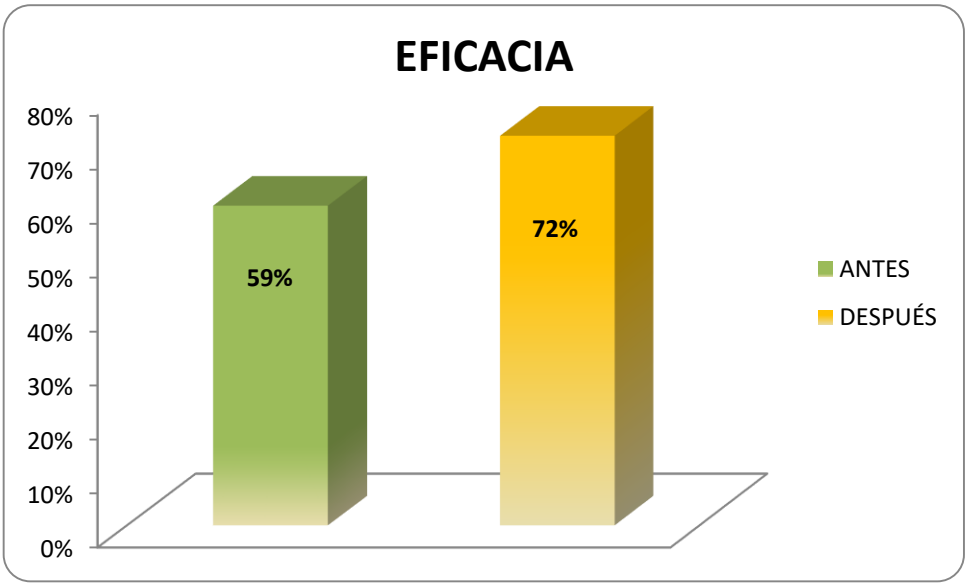
Cuadro 40: Comparación de Porcentajes Eficacia

EFICACIA	
ANTES	59%
DESPUÉS	72%

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 34 se visualiza la eficacia antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo para lo cual se muestra un incremento del 13%.

Gráfico 34: Gráfico de Promedio en Porcentajes Eficacia



Fuente: Elaboración Propia

3.2 Del Análisis Inferencial

3.2.1. Análisis de la Hipótesis General

Ha: La aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Para poder contrastar la hipótesis general es importante demostrar si los datos pertenecientes a la serie de la productividad del antes y después tienen un comportamiento paramétrico, teniendo en cuenta que la cantidad de datos son en cantidad de 12, para lo cual se procede al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si pvalor ≤ 0.05, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico
Si pvalor > 0.05, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Cuadro 41: Prueba de Normalidad de Productividad con Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad ANTES	0.172	12	,200*	0.898	12	**0.151**
Productividad DESPUÉS	0.173	12	,200*	0.941	12	**0.511**

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del cuadro 41 se comprueba que la significancia de la productividad antes y después, sus valores son mayores a 0.05, razón por la cual según regla de decisión queda evidencia que tiene un comportamiento paramétrico.

En conclusión se realizará el análisis con el estadígrafo de T Studendt, para verificar si la productividad se ha optimizado.

Contrastación de la Hipótesis General

Ho: La aplicación del Mantenimiento Preventivo no mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Ha: La aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Regla de decisión:

$$H_o: \mu_{Pa\ (Productividad\ antes)} \geq \mu_{Pd\ (Productividad\ después)}$$
$$H_a: \mu_{Pa\ (Productividad\ antes)} < \mu_{Pd\ (Productividad\ después)}$$

Cuadro 42: Prueba de Hipótesis General con T STUDENT

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Productividad ANTES	35.9167	12	13.30385	3.84049
	Productividad DESPUÉS	56.3333	12	14.46207	4.17484

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del cuadro 42 se verifica que la media de la productividad antes era 35.9167 , siendo menor que la media de la productividad después con 56.3333; de esta manera se comprueba que no se cumple la Ho: La aplicación del Mantenimiento Preventivo no mejorará la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017,por lo tanto se procede a rechazarlo , así mismo demuestra que la aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Con la finalidad de confirmar que el análisis estadístico realizado anteriormente sea el correcto, se procedió a realizar el análisis de significancia (p valor) de

resultados de la aplicación realizada en la prueba T STUDENDT de la productividad antes y después.

Regla de decisión:

Si p valor ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si p valor > 0.05, se acepta la hipótesis nula

Cuadro 43: Análisis de p valor de la productividad antes y después con T STUDENT

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad ANTES - Productividad DESPUÉS	-20.41667	10.79948	3.11754	-27.27833	-13.55500	-6.549	11	0.000

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del cuadro 43 se visualiza que la significancia (p valor) de T STUDENT es de 0.000, para lo cual se comprueba que es < 0.05 y se reafirma el rechazo de la hipótesis nula, por consiguiente se logra concluir que la la aplicación del Mantenimiento Preventivo mejorará la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

3.2.2. Análisis de la Hipótesis Específica

Análisis de la Hipótesis Específica 1:

Ha: La aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Para corroborar la primera hipótesis específica, es primordial conocer los datos del antes y después de la eficacia y poder determinar si cuentas con características paramétricas, teniendo en cuenta que la cantidad en ambos son de 12, para lo cual se procede a realizar el análisis de normalidad por medio del estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si p valor ≤ 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
Si p valor > 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Cuadro 44: Prueba de Normalidad de Eficacia con Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
eficacia_antes	,153	12	,200*	,930	12	,385
eficacia_despues	,197	12	,200*	,880	12	,087

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del cuadro 44 se comprueba que la significancia de la eficacia antes y después es mayor a 0.05, razón por la cual según regla de decisión queda evidencia que tiene un comportamiento paramétrico.

En conclusión se realizará el análisis con el estadígrafo de T STUDENDT, para verificar si la eficacia se ha optimizado.

Contrastación de la Hipótesis Específica 1:

Ho: La aplicación del Mantenimiento Preventivo no mejora la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Ha: La aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Regla de decisión:

$$H_o: \mu_{Ea\ (Eficacia\ antes)} \geq \mu_{Ed\ (Eficacia\ después)}$$
$$H_a: \mu_{Ea\ (Eficacia\ antes)} < \mu_{Ed\ (Eficacia\ después)}$$

Cuadro 45: Prueba de la primera hipótesis específica – Eficacia con T STUDENT

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	eficacia_antes	,5917	12	,10624	,03067
	eficacia_despues	,7208	12	,07217	,02083

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del cuadro 45 se verifica que la media de la eficacia antes era 0.5917 , siendo menor que la media de la eficacia después con 0.7208; de esta manera se comprueba que no se cumple la Ho: La aplicación del Mantenimiento Preventivo no mejorará la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017,por lo tanto se procede a rechazarlo , así mismo demuestra que la aplicación del Mantenimiento Preventivo mejorará la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Con la finalidad de confirmar que el análisis estadístico realizado anteriormente sea el correcto, se procedió a realizar el análisis de significancia (p valor) de resultados de la aplicación realizada en la prueba T Student de la eficacia antes y después.

Regla de decisión:

Si p valor ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si p valor > 0.05, se acepta la hipótesis nula

Cuadro 46: Análisis de p valor de la Eficacia antes y después de T STUDENT

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	eficacia_antes - eficacia_despues	-,12917	,08107	,02340	-,18067	-,07766	-5,519	11	,000

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del cuadro 46 se visualiza que la significancia (p valor) de T Student es de 0.000, para lo cual se comprueba que es < 0.05 y se reafirma el rechazo de la hipótesis nula, por consiguiente se logra concluir que la la aplicación del Mantenimiento Preventivo mejorará la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Análisis de la Hipótesis Específica 2:

Ha: La aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Para corroborar la primera hipótesis específica, es primordial conocer los datos del antes y después de la eficiencia y poder determinar si cuentas con características paramétricas, teniendo en cuenta que la cantidad en ambos son de 12, para lo cual se procede a realizar el análisis de normalidad por medio del estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si p valor ≤ 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
Si p valor > 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Cuadro 47: Prueba de Normalidad de Eficiencia con Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
eficiencia_antes	,153	12	,200*	,930	12	,385
eficiencia_despues	,197	12	,200*	,880	12	,087

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del cuadro 47 se comprueba que la significancia de la eficiencia antes y después es mayor a 0.05, razón por la cual según regla de decisión queda evidencia que tiene un comportamiento paramétrico.

En conclusión se realizará el análisis con el estadígrafo de T STUDENDT, para verificar si la eficiencia se ha optimizado.

Contrastación de la Hipótesis Específica 2:

Ho: La aplicación del Mantenimiento Preventivo no mejora la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Ha: La aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Regla de decisión:

H_o: $\mu_{Ea\ (Eficiencia\ antes)} \geq \mu_{Ed\ (Eficiencia\ después)}$
H_a: $\mu_{Ea\ (Eficiencia\ antes)} < \mu_{Ed\ (Eficiencia\ después)}$

Cuadro 48: Prueba de la primera hipótesis específica – Eficiencia con T STUDENT

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	eficiencia_antes	,5917	12	,10624	,03067
	eficiencia_despues	,7208	12	,07217	,02083

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del cuadro 48 se verifica que la media de la eficiencia antes era 0.5917 , siendo menor que la media de la eficiencia después con 0.7208; de esta manera se comprueba que no se cumple la Ho: La aplicación del Mantenimiento Preventivo no mejorará la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017,por lo tanto se procede a rechazarlo , así mismo demuestra que la aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

Con la finalidad de confirmar que el análisis estadístico realizado anteriormente sea el correcto, se procedió a realizar el análisis de significancia (p valor) de resultados de la aplicación realizada en la prueba T Student de la eficacia antes y después.

Regla de decisión:

Si p valor ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si p valor > 0.05, se acepta la hipótesis nula

Cuadro 49: Análisis de p valor de la Eficiencia antes y después de T STUDENT

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	eficiencia_antes - eficiencia_despues	-,12917	,08107	,02340	-,18067	-,07766	-5,519	11	,000

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del cuadro 49 se visualiza que la significancia (p valor) de T Student es de 0.000, para lo cual se comprueba que es < 0.05 y se reafirma el rechazo de la hipótesis nula, por consiguiente se logra concluir que la la aplicación del Mantenimiento Preventivo mejorará la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., Callao, 2017.

IV. DISCUSIÓN

Se comprueba que con la presente investigación la aplicación del mantenimiento preventivo en el área de Desarrollo Técnico en la empresa Ferreyros S.A. mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar .demostrado en la prueba de hipótesis general con el análisis de T Student donde se puede verificar que la media de la productividad antes era de 35.9167, mucho menor que la media de la productividad después en 56.3333.Por consiguiente se confirma y refuerza con el estudio de Romero (2016), quien en su trabajo titulado “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el proceso de cereales extraídos de la empresa molino El Triunfo S.A.”; pudo identificar que productividad era su problema a resolver por su baja producción ,debido a una deficiencia en sus procesos y una medición de sus equipos logró mejorar la productividad en un 22.6%.

Por otro lado, con la presente investigación se comprueba que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el área de Desarrollo Técnico de la empresa Ferreyros S.A. en 13% hallándose a un nivel de significancia de T Student con un valor calculado para p=0.000, comprobándose que es < 0.05, para lo cual se confirma el rechazo el rechazo de la hipótesis nula, concluyendo que la aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en el área de Desarrollo Técnico de la empresa Ferreyros S.A., este resultado concuerda con la investigación de Vega (2015) en su tesis titulada “Implementación de un sistema de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del área de producción en la empresa Corello S.R.L. ”, donde se logró mejorar en las estaciones de trabajo que contribuyeron a mejorar el proceso en cadenas, por lo que se mejoró la eficiencia de un 42% a un 77% ; esto a causa de la mejora de la productividad mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

Finalmente con la presente investigación se comprueba que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la empresa Ferreyros S.A., en un 13% hallándose que la significancia (p valor) de Wilcoxon es de 0.000, comprobándose que es < 0.05, por lo tanto se reafirma el rechazo de la hipótesis nula , concluyendo de esta manera que la aplicación del mantenimiento

preventivo mejora la eficacia en el área de Desarrollo Técnico de la empresa Ferreyros S.A. , así mismo este resultado se confirma con el estudio de Cruzado (2014), que su investigación es titulada “Propuesta de modelo de Gestión de Mantenimiento enfocado en la Gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociatividad de MYPE’S”que plantea maximizar la disponibilidad de los equipos garantizando la productividad de los trabajadores propiciando un programa de mantenimiento planificado sostenido en la metodología de gestión de mantenimiento y esto contribuye al incremento de la eficacia y la productividad .

V. CONCLUSIÓN

Conclusión General:

Se logra concluir que se obtiene una mejora en la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar, perteneciente al área de Desarrollo Técnico de la empresa Ferreyros S.A., debido a que antes de aplicar el mantenimiento preventivo contaba con un 36% de productividad para luego aplicando la mejora se incrementa a 52%, esto redujo las paradas y fallas no planificadas y fue posible a la aplicación del mantenimiento preventivo.

Conclusiones específicas:

Se obtuvo un incremento en la eficiencia de la producción en un 13%, debido a la aplicación del mantenimiento preventivo; ya que anteriormente sólo se realizaba un mantenimiento correctivo al presentarse paradas en el simulador de maquinaria pesada Caterpillar , así mismo se realizó los procedimientos de trabajo durante la implementación realizándose las fichas técnicas del simulador , stock de materiales , insumos y repuestos para finalmente realizar el mantenimiento diario , semanal , bimestral y trimestral ; con esto se logra el aumento en disponibilidad y confiabilidad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar , lo cual permitió aumentar las horas de capacitación y la repercusión en la producción .

En cuanto a los resultados obtenidos para la eficacia en la presente investigación se puede observar que la aplicación del mantenimiento preventivo permitió el incremento en un 13% ya que al iniciar el proyecto de investigación mostraba un 59% sin embargo luego de la aplicación del mantenimiento preventivo la eficacia fue de 72%.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir aplicando las dimensiones de la confiabilidad y disponibilidad que son los indicadores del mantenimiento preventivo para que el incremento sea constante en la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar con respecto a las capacitaciones en términos de eficiencia y eficacia.

Así mismo es vital realizar el seguimiento al cronograma de los mantenimientos preventivos propuestos y continuar con la utilización de los reportes de trabajos, además es de suma importancia el compromiso de los trabajadores del área de Desarrollo Técnico y demás.

También es recomendable realizar las capacitaciones respecto a la aplicación constante del mantenimiento preventivo al simulador de maquinaria pesada Caterpillar con un mínimo de tres veces al año y que sea dirigido a todo el personal involucrado, de esta manera se encuentren concientizados y el apoyo se vea reflejado con el programa propuesto, por consiguiente el tiempo de funcionamiento del simulador de maquinaria pesada Caterpillar se vea incrementada.

VII. REFERENCIAS

LIBROS IMPRESOS

- DUFFUA, Salih, RAOUF, A, DIXON, John. Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control.1ª ed. México, 2000.121pp.ISBN: 9681859189
- FERNÁNDEZ,Pedro.Metodología de la Investigación 5ª ed.Colombia:Pearson Educació, 2011,pp.613.ISBN:9786071502919
- GARCÍA, Alfonso. Productividad y Reducción de Costos para la pequeña y mediana industria .2ª ed. México, 2011.304pp.ISBN: 9786071707338
- GARCÍA,Roberto.Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición,2ª Ed. México,DF.:McGraw-HILL,2014.458P.ISBN:958-608-759-87
- GUTIÉRREZ,Humberto.Calidad total y productividad .3ª ed. México:McGraw-Hill,2010.pp.238.ISBN:9786071503152
- ÑAUPAS,A.Metodología de la Investigación, cuantitativa, cualitativa y redacción de tesis.4ª ed.Bogotá,2014,356 pp.ISBN:9587621883, 9789587621884
- SAMPIERI, R. Metodología de la Investigación.9° ed. México, 2006,235 pp.
- VALDERRAMA, S. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta.5° ed. Perú: San Marcos, 2015,495 pp. ISBN:9786123028787

LIBROS EN LÍNEA

- FERREYROS. [en línea].Lima, 2017-[fecha de consulta: 15 de octubre de 2017]. Disponible en https://www.ferreyros.com.pe/es/index.php
- MINERÍA.[en línea].Perú:Minería.2017[Fecha de consulta:11 de noviembre de 2017].Disponible en: http://www.minem.gob.pe/_sector.php?idSector=1
- Producción de Productos Mineros.[en línea].Lima,2017[fecha de consulta:08 de octubre del 2017].Disponible en: http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/informacion-regional.html
- REVISTA Gestión [en línea]. Lima, 2016-[fecha de consulta: 02 de octubre de 2017].Disponible en https://gestion.pe/economia/industria-minera-cavo-demasiados-hoyos-mundo-y-lo-peor-aun-esta-venir-2154448.
- REVISTA Gestión [en línea]. Lima, 2017-[fecha de consulta: 04 de agosto de 2017].Disponible en https://gestion.pe/economia/produccion-zinc-cobre-acumulan-crecimiento-12-6-4-7-primer-semestre-2017-140961
- Sociedad Nacional de Minería y Petróleo.[2015].Recuperado de http://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones/informes-quincenales/sector-minero.html
- U.S. Geological Survey (2016). Mineral Commodity Summaries.Recuperado de http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2016/mcs2016.pdf

TESIS

- BECERRA, Gilberto. El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de Flotación en un centro minero (Bachiller en Ingeniería Mecánica).Lima:2012.
- BRAVO, Hernando. Plan de Mantenimiento Preventivo de maquinaria pesada de la empresa INSER S.A.S.Tesis (Bachiller en Ingeniería Mecánica).Colombia: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2011.194pp.
- CALDERON, P. Rediseño de procesos para la mejora del control, optimización de la productividad y reducción de costos en el área de mantenimiento de la empresa de gases industriales AGA S.A. (Bachiller en Ingeniería Industrial).Lima.2012.
- CORRECHA, Luis y GUTIERREZ, Manolo. Propuesta de mejoramiento del modelo de productividad laboral y su aplicación en la empresa tubo metales Cuernu LTDA (Bachiller en Ingeniería de Producción).Colombia: Universidad EAN, 2013.151pp.

  Disponible en http://www.minem.gob.pe/_sector.php?idSector=1
- COSTA Silva, Giancarlo y GUEVARA Haro, José. Elaboración de un plan de mejora para el mantenimiento preventivo en los sistemas de aire acondicionado de la red de telefónica del Perú zonal norte, basado en la metodología Ishikawa—Pareto. Tesis (Título de Ingeniero Eléctrico).Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2015.102pp.
- CRUZADO, Antonio. “Propuesta de modelo de Gestión de Mantenimiento enfocado en la gestión de procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociatividad de MYPES del sector textil”. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.2014.
- CURILLO, Mirian. “Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de Hornos”. Cuenca. Tesis para obtener el título (Ingeniera Industrial).Universidad Politécnica Salesiana.2014.
- GUEVARA, Ronald y OSORIO, Peter. Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo de una empresa prestadora de servicio de transporte
- interdepartamentales.Colombia:Universidad Autónoma del Caribe,2014.

- HERNANDEZ, Víctor. Plan de Mantenimiento Preventivo para la maquinaria pesada en funcionamiento de la zona vial N°14.Tesis (Bachiller en Ingeniería Mecánica).Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010.123pp.
- JIMENEZ, Yeiny.Propuesta bajo la filosofía TPM para la empresa Cummins de los Andes S.A. (Bachiller en Ingeniería Industrial) Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista, 2012.
- LUPERDI,Sandro.Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento en una asociación de MYPES de calzado de Lima para la correcta planificación y abastecimiento de pedidos en grandes volúmenes.Tesis(Grado de Ingeniero Industrial)Lima:Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas,2013.
- OVIEDO,Noé.Mantenimiento preventivo en el enderezado de barras y su efecto en la producción.Tesis(Grado de Ingeniero Metalurgista)Arequipa:Universidad Nacional de San Agustín,2015.
- ROJAS, W. Incremento de productividad mediante el análisis de procesos en un negocio textil de exportación (Bachiller en Ingeniería Industrial).Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.2010.
- ROMERO Pérez, Alan. Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el proceso de cereales extraídos de la empresa molino El Triunfo S.A., Callao-2016.Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial).Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.121 pp.
- VARELA, Salvador. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Retesa". Tesis (Titulo de Mantenimiento Industrial).México.
- VASQUEZ, Bilder.Actualización e implementación del mantenimiento preventivo de la planta de líquidos y polvos de la empresa Natural Soaps Cosmentics International,NSCI S.A.Tesis(Grado de Ingeniero Mecánico).Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala,2015.
- VEGA, Alexander. Implementación de un sistema de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del área de producción en la empresa Corello S.R.L.Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial).Perú: Universidad César Vallejo, 2015.

ANEXOS

	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
Variable Independiente	Mantenimiento Preventivo	Para Duffuaa.S., Raouf, A., Dixon. (2009, p.77), se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo	Se expresa en las condiciones o datos históricos de fallas del equipo y se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. La probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre y cuando lo necesite se define como la disponibilidad del equipo y la confiabilidad es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento.	Disponibilidad	$D = \frac{T.P. - T.M.}{T.M.}$ *** D: Disponibilidad** *** TP : Tiempo Programado** *** TM : Tiempo Muerto**	Razón
				Confiabilidad	$C = \frac{T.F.}{N° F.}$ *** C : Confiabilidad** *** TF: Tiempo de Funcionamiento** *** N°F : Número de Fallas**	Razón
Variable Dependiente	Productividad	Según García, R. (2014, p.10) Se define como el grado de rendimiento con que se emplea los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. .	Se expresa la eficiencia y la eficacia en la variable dependiente donde eficiencia se basa en las horas utilizadas del simulador y la eficacia se refiere al porcentaje de operadores capacitados programados en el simulador.	Eficiencia	$E = \frac{H.M.E.}{H.M.P.}$ *** E: Eficiencia** *** HME : Horas Máquina Ejecutadas** *** HMP : Horas Máquina Programadas**	Razón
				Eficacia	$E = \frac{C.L.}{C.R.}$ *** E: Eficacia** *** CL : Capacitaciones Logradas** *** CR : Capacitaciones Real**	Razón

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 2: PLAN DE MANTENIMIENTO

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

Revisión : Jefe Mantenimiento
Simulador : Maquinaria Pesada
Marca : CATERPILLAR
Área : Desarrollo Técnico

CRONOGRAMA Y PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ACTIVIDADES	Frecuencia	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Revisión básica	D																								
Revisión eléctrica	D																								
Lubricación	M																								
Inspecciones	M																								
Limpieza interna	M																								
Revisión de test de funcionamiento	M																								
Descarga de base de datos	B																								
Escaneo de Antivirus	B																								
Actualización de software	T																								

DIARIA
MENSUAL
BIMENSUAL
TRIMESTRAL

ANEXO 3: FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - DIARIO

Ferreyros CAT

una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

N° 000236

MANTENIMIENTO PREVENTIVO - DIARIO

MES : JULIO		FECHA: 10/7/		FECHA:11/7/		FECHA:12/7/		FECHA:13/7/		FECHA:14/7/	
SEMANA : SEGUNDA		OPERATIVO		OPERATIVO		OPERATIVO		OPERATIVO		OPERATIVO	
	REVISIÓN BÁSICA	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Pernos	x			x		x	x		x	
2	Tuercas		x	x		x			x	x	
3	Mandos	x			x		x		x	x	
4	Controles	x		x		x			x		x
5	Pines		x	x		x			x		x

	REVISIÓN ELÉCTRICA	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Conexiones		x		x	x		x		x	
2	Circuitos		x	x		x		x		x	

Observaciones : Revisión minuciosa de los falsos contactos en los mandos

Elaborado por: Jhon Rojas	Revisado por: F.Chapoñan
Fecha: 14/7/18	Fecha:14/7/18

ANEXO 4: FORMATO DE PROGRAM FREC MANTEM PREVENTIVO

Ferreyros CAT

una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

PROGRAMACIÓN DE FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

DATOS GENERALES	
N°: 0057	Duración: 03 Horas
Fecha: 20/07/18	Encargado: Jhon Rojas
Frecuencia: Mensual	

OBSERVACIONES
Se pulverizo con aire comprimido el interior de la caja contenedor del CPU y se verificó que
la puerta laterla y superior cierre herméticamente para que no entre pelusa ni polvo , así mismo
se lubrica las partes móviles , pines , perillas y pernos .

RECURSOS NECESARIOS		
ACTIVIDADES A REALIZAR	ÚLTIMA VISITA	PRÓXIMA VISITA
Inspecciones	20/06/2018	20/08/2018
Lubricación	20/06/2018	20/08/2018
Limpieza interna	20/06/2018	20/08/2018
Revisión de test de funcionamiento	20/06/2018	20/08/2018

Encargado Mtmto: Jhon Rojas	Aprobado por: F. Chapoñan
Fecha Inicio: 20/07/18	Fecha Final: 20/07/18
Hora Inicio: 08:00 am	Hora Final: 05:00 pm

ANEXO 4: MANTEMIENTO PREVENTIVO DIARIO

Ferreyros CAT

una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

N° 000236

MANTENIMIENTO PREVENTIVO - DIARIO

MES : JULIO		FECHA: 10/7/		FECHA:11/7/		FECHA:12/7/		FECHA:13/7/		FECHA:14/7/	
SEMANA : SEGUNDA		OPERATIVO		OPERATIVO		OPERATIVO		OPERATIVO		OPERATIVO	
REVISIÓN BÁSICA		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Pernos	x			x		x	x		x	
2	Tuercas		x	x		x			x	x	
3	Mandos	x			x		x		x	x	
4	Controles	x		x		x			x		x
5	Pines		x	x		x			x		x

REVISIÓN ELÉCTRICA		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Conexiones		x		x	x		x		x	
2	Circuitos		x	x		x		x		x	

Observaciones : Revisión minuciosa de los falsos contactos en los mandos

Elaborado por: Jhon Rojas	Revisado por: F.Chapoñan
Fecha: 14/7/18	Fecha:14/7/18

ANEXO 5: ORDEN DE TRABAJO

Ferreyros CAT

una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

ORDEN DE TRABAJO

DATOS GENERALES	
N° OT: T000718	Tipo de Mantenimiento: Preventivo
Fecha: 15 /07 /18	Tarea a Realizar: Cambio de Cables
Solicitado por: Fernando Chapoñan	

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS A REALIZAR
Falla: Cables siniestrados
Causa: Mal armado del simulador
Acción a Realizar: Cambio de cables

RECURSOS NECESARIOS		
CANTIDAD	REPUESTOS / MATERIALES	COSTO
3	Cables color rojo	S / 45.00

Encargado Mtmto: Jhon Rojas
Fecha: 15/07/18
Hora: 4:00pm

Aprobado por: Fernando Chapoñan
Fecha: 15/07/18
Hora: 4:50 pm

ANEXO 6: FICHA TECNICA DEL SIMULADOR

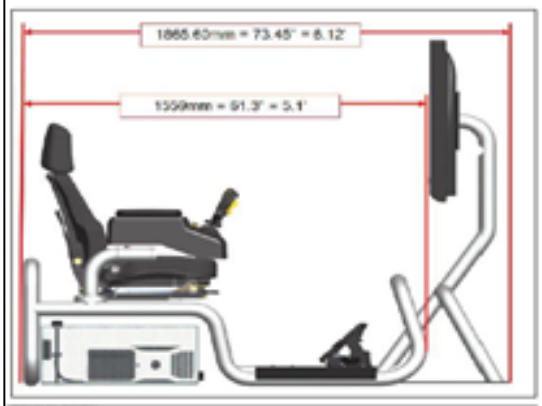
Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

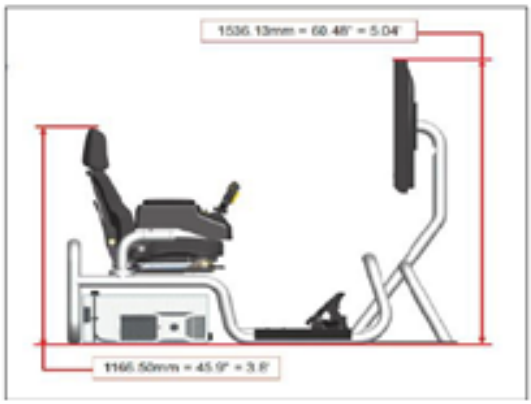
DESARROLLO TÉCNICO

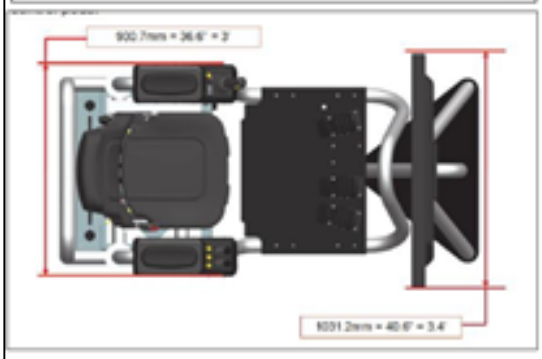
N° 000123

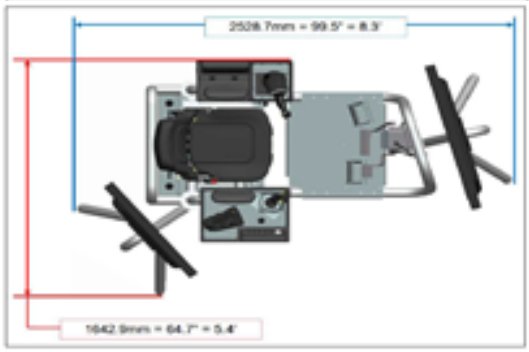
FICHA TÉCNICA DEL SIMULADOR

DATOS GENERALES	
Nombre del Simulador	Maquinaria Pesada
Fabricante	Caterpillar
Fecha Adquisición	2010
ESPECIFICACIONES	
Peso Neto	100 Kg
Altura Máxima	1.53 metros
Diámetro	1.86 metros
Ancho	0.93 metros
CONDICIONES GENERALES	
Actividad	Entrenamiento
Situación Actual	Operativo
Observaciones	Sin observaciones









Elaborado por:
Fecha:

Aprobado por:
Fecha:

ANEXO 7: INVENTARIO DEL SIMULADOR

Ferreyros CAT

una empresa Ferreycorp

DESARROLLO TÉCNICO

N° 000387

INVENTARIO DEL SIMULADOR DE MAQUINARIA PESADA CATERPILLAR

ITEM	DESCRIPCIÓN	QTY	MARCA	MODELO	SERIE	OPERATIVO	
						SI	NO
1	mouse (touch - laser)	2	DELL	H43	162GFF	X	
2	Teclado	1	DELL	JJ3421J	76YH	X	
3	Pantalla TV	1	DELL	67H76I9O0	8886HPO	X	
4	Control remoto TV	1	DELL	-	JDND6XB	X	
5	Contenedor CPU	1	DELL	-	BDVDKXO	X	
6	PC Simulador	1	DELL	-	NCNY7EOEWQE00	X	X
7	pedales	2	CAT	-	KXX83		X
8	Transformador	1	CAT	-	XMKXOUSHD	X	
9	Llave contacto CAT	1	CAT	-	65NDCKCD	X	
10	discos de instalación	1	CAT	-	857548NB	X	
11	Parlantes de sonido interno	2	DELL	-	94B N		X
12	Supresor de picos	1	DELL	-	9383BSL		X
13	cables VGA	1	IBM	-	93I8BD	X	
14	cables HDMI (3 m - 5m)	1	IBM	-	992929HSREV	X	
15	cable impresora	1	IBM	-	929Y73N	X	
16	cable de conexión corriente trifásica	1	IBM	-	828FEWQ	X	
17	rack de tv	1	-	-	AAD7	X	
18	estructura metálica del simulador	1	-	-	TT54		X
19	mandos	2	CAT	-	88UYT678		X
20	tarjeta de video	1	CAT	-	893RT3VV4		X
21	Adaptador HDMI - mini HDMI	1	DELL	-	8345GT	X	
22	track IR (sistema de movimiento)	1	CAT	-	3214R	X	
23	trendnet (conector USB -HDMI)	1	CAT	-	4343435FF		X
24	cobertor	1	CAT	-	6654VXT	X	
25	harnes	2	DELL	-	8263653	X	

Observaciones :

Elaborado por: Jhon Rojas
Fecha: 25/07/18

Revisado por:F. Chapoñan
Fecha: 25/7/18

ANEXO 8: Juicio de expertos 1

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia[1]		Relevancia[2]		Claridad[3]		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE : MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1: DISPONIBILIDAD							
	FORMULA: $D = \frac{\text{Tiempo Programado} - \text{Tiempo muerto}}{\text{Tiempo Programado}}$ *Tiempo muerto : Paradas por fallas o averías	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: CONFIABILIDAD							
	FORMULA: $C = \frac{TF}{n°F}$ *TF: Tiempo de Funcionamiento *n°F : Número de fallas	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE:PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1: EFICIENCIA							
	FORMULA: $Eficiencia = \frac{\text{Horas ejecutadas}}{\text{Horas programadas}}$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: EFICACIA							
	FORMULA: $Eficacia = \frac{\text{n° Capacitaciones ejecutadas}}{\text{n°Capacitaciones programadas}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: MARGARITA EGUIGUREN RODRIGUEZ DNI: 08474384

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

25 de 05 del 2018

[1]Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
[2]Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
[3]Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

ANEXO 9: Juicio de expertos 2

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia[1]		Relevancia[2]		Claridad[3]		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE : MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1: DISPONIBILIDAD							
	FORMULA: $D = \frac{\text{Tiempo Programado} - \text{Tiempo muerto}}{\text{Tiempo Programado}}$ *Tiempo muerto : Paradas por fallas o averías							
	Dimensión 2: CONFIABILIDAD							
	FORMULA: $C = \frac{TF}{n°F}$ *TF: Tiempo de Funcionamiento *n°F : Número de fallas							
	VARIABLE DEPENDIENTE:PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1: EFICIENCIA							
	FORMULA: $Eficiencia = \frac{\text{Horas ejecutadas}}{\text{Horas programadas}}$							
	Dimensión 2: EFICACIA							
	FORMULA: $Eficacia = \frac{\text{n° Capacitaciones ejecutadas}}{\text{n°Capacitaciones programadas}}$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: Guzmán Rodríguez, Amancio DNI: 08519422

Especialidad del validador: Master en Ingeniería Química

25 de Mayo del 2018

[1]Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
[2]Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
[3]Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

ANEXO 10: Juicio de expertos 3

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia[1]		Relevancia[2]		Claridad[3]		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE : MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
	Dimensión 1: DISPONIBILIDAD							
	FORMULA: $D = \frac{\text{Tiempo Programado} - \text{Tiempo muerto}}{\text{Tiempo Programado}}$ *Tiempo muerto : Paradas por fallas o averías	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: CONFIABILIDAD							
	FORMULA: $C = \frac{TF}{n°F}$ *TF: Tiempo de Funcionamiento *n°F : Número de fallas	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE:PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1 EFICIENCIA							
	FORMULA: $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas ejecutadas}}{\text{Horas programadas}}$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 EFICACIA							
	FORMULA: $\text{Eficacia} = \frac{n° \text{Capacitaciones ejecutadas}}{n° \text{Capacitaciones programadas}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si Hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: SAAVEDRA ROJAS MARTIN DNI: 02649481

Especialidad del validador: Ing. Industrial - MBA

25 de 05 del 2018

[1]Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

[2]Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

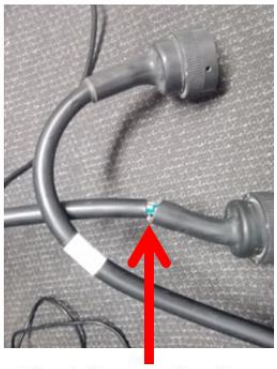
[3]Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

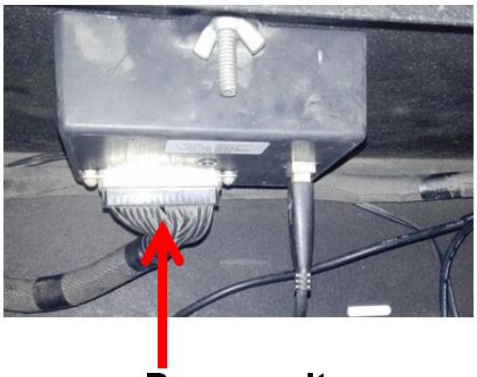
Firma del Experto Informante.

ANEXO 11

Fotos de Fallas del Simulador de Maquinaria Pesada:

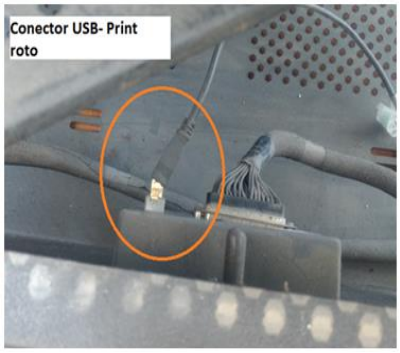


Cable pelado



Base suelta

Falta perno



Placa madre quemada.

ANEXO 12: INFORMES

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

Lima, 31 de Octubre del 2017

Asunto : OPERACIÓN DE SIMULADOR CATERPILLAR
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS Y OPERACIÓN

Para : SERGIO GUERRERO TORRES
Jefe de Administración y Capacitación Operadores

De : HUGO RULLIER ZEVALLOS
Instructor de Operación

A continuación la información correspondiente al curso en referencia.

I. Información General

Curso : OPERACIÓN DE SIMULADOR CATERPILLAR
Tema : Actualización de conocimientos y operación
Nivel : BÁSICO
Instructor : Hugo Rullier Zevallos
Lugar : LIMA
Fecha : Del 01 al 31 de Octubre del 2017
Duración : 248 Horas
Dirigido a : PETRAMAS SAC
Motivo del curso : Venta de Curso

II. Registro de Actividades Diarias

DÍA	ACTIVIDAD	HORAS Prog	HORAS Real	HORAS Muertas	MOTIVO
01/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	06	02	
02/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
03/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	Disponibilidad de Operario
04/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	
05/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
06/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	Disponibilidad de Operario
07/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	Disponibilidad de Operario
08/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
09/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	
10/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
11/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	03	05	
12/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
13/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	Errores continuos
14/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	Errores continuos
15/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
16/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	
17/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
18/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
19/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
20/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	Falta calibración
21/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	Falta calibración
22/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	Falta calibración
23/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
24/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
25/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
26/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	
27/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	
28/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
29/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	05	03	
30/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
31/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	04	04	
	TOTAL	248	136	112	

DTO-12467-HRZ-171027-OPERACION DE SIMULADOR CATERPILLAR — Página 1 de 2

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

Lima, 31 de Octubre del 2017

III. Conclusiones

*Se cumplieron los objetivos del curso, siguiendo los estándares del fabricante.

IV. Recomendaciones

Realizar diariamente una correcta inspección, para evitar paradas innecesarias.
Informar la falta de asistencia del personal cliente.

Sin otro particular y esperando que la información brindada sea de utilidad.

Atentamente,

HUGO RULLIER ZEVALLOS
Instructor de Operación

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

Lima, 31 de Octubre del 2017

Asunto : OPERACIÓN DE SIMULADOR CATERPILLAR
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS Y OPERACIÓN

Para : SERGIO GUERRERO TORRES
Jefe de Administración y Capacitación Operadores

De : HUGO RULLIER ZEVALLOS
Instructor de Operación

A continuación la información correspondiente al curso en referencia.

I. Información General

Curso : OPERACIÓN DE SIMULADOR CATERPILLAR
Tema : Actualización de conocimientos y operación
Nivel : BÁSICO
Instructor : Hugo Rullier Zevallos
Lugar : LIMA
Fecha : Del 01 al 31 de Octubre del 2017
Servicios : 31
Dirigido a : PETRAMAS SAC
Motivo del curso : Venta de Curso

II. Registro de Servicios

DÍA	ACTIVIDAD	SERVICIOS REALIZADOS
Del 01 al 02 Oct	Actualización de conocimientos y operación	02
Del 04 al 06 Oct	Actualización de conocimientos y operación	03
Del 09 al 12 Oct	Actualización de conocimientos y operación	04
Del 15 al 20 Oct	Actualización de conocimientos y operación	06
Del 24 al 31 Oct	Actualización de conocimientos y operación	08
	TOTAL	23

Sin otro particular y esperando que la información brindada sea de utilidad.

Atentamente,

HUGO RULLIER ZEVALLOS
Instructor de Operación

DTO-12468-HRZ-171027-OPERACION DE SIMULADOR CATERPILLAR — Página 1 de 1

ANEXO 13: INFORMES

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

Lima, 31 de Octubre del 2017

Asunto : **OPERACIÓN DE SIMULADOR CATERPILLAR**
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS Y OPERACIÓN

Para : **SERGIO GUERRERO TORRES**
Jefe de Administración y Capacitación Operadores

De : **HUGO RULLIER ZEVALLOS**
Instructor de Operación

A continuación la información correspondiente al curso en referencia.

I. Información General

Curso : OPERACIÓN DE SIMULADOR CATERPILLAR
Tema : Actualización de conocimientos y operación
Nivel : BÁSICO
Instructor : Hugo Rullier Zevallos
Lugar : LIMA
Fecha : Del 01 al 31 de Octubre del 2017
Duración : 248 Horas
Dirigido a : PETRAMAS SAC
Motivo del curso : Venta de Curso

II. Registro de Actividades Diarias

DÍA	ACTIVIDAD	HORAS Prog	HORAS Real	HORAS Muertas	MOTIVO
01/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
02/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
03/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	00	08	Disponibilidad de Operario
04/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
05/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
06/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
07/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	00	08	Disponibilidad de Operario
08/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	00	08	Disponibilidad de Operario
09/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
10/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
11/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
12/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
13/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	00	08	Errores continuos
14/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	00	08	Errores continuos
15/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
16/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
17/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
18/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
19/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	
20/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	00	08	Falta calibración
21/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	00	08	Falta calibración
22/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	00	08	Falta calibración
23/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00	

Ferreyros CAT
una empresa Ferreycorp

Lima, 31 de Octubre del 2017

24/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00
25/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00
26/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00
27/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00
28/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00
29/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00
30/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00
31/10/17	Actualización de conocimientos y operación	08	08	00
	TOTAL	248	184	64

III. Conclusiones

*Se cumplieron los objetivos del curso, siguiendo los estándares del fabricante.

IV. Recomendaciones

Realizar diariamente una correcta inspección, para evitar paradas innecesarias.
Informar la falta de asistencia del personal cliente.

Sin otro particular y esperando que la información brindada sea de utilidad.

Atentamente.

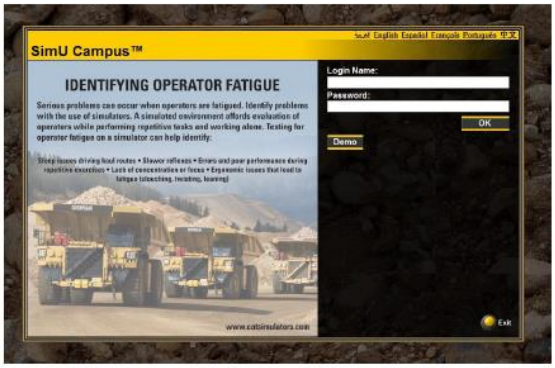
HUGO RULLIER ZEVALLOS
Instructor de Operación

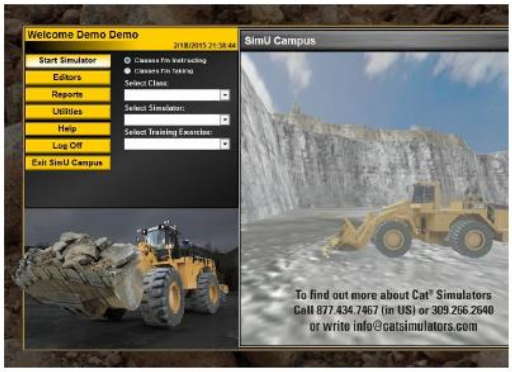
ANEXO 14

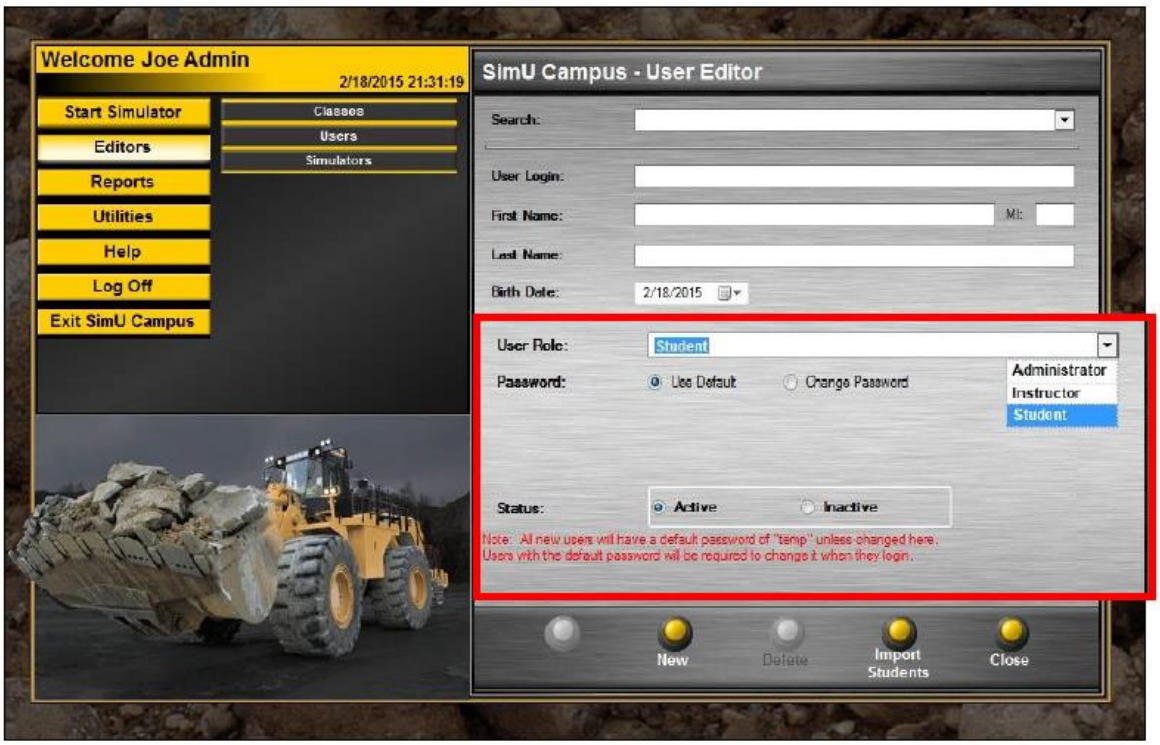
Partes del Simulador de Maquinaria Pesada:

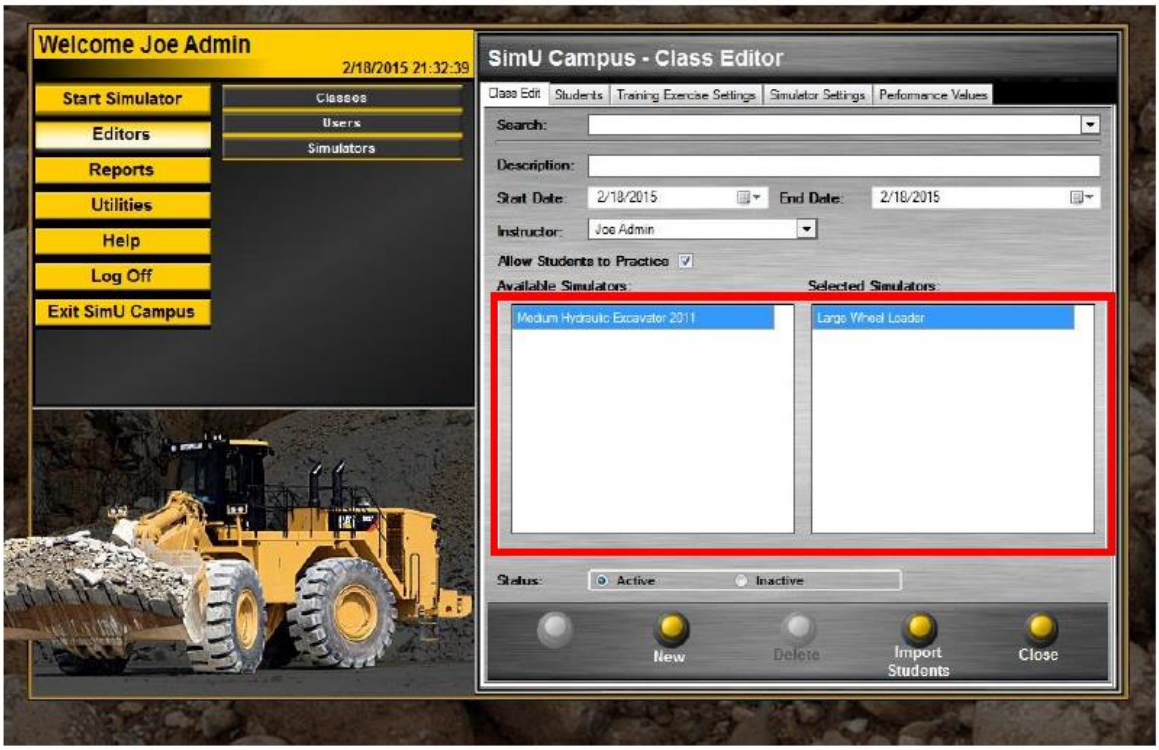
ANEXO 15

Simu Campus del Simulador de Maquinaria Pesada:









ANEXO 16

Matriz de Instructores de Operación en Simuladores de Maquinaria Pesada CAT :

FAMILIA	SIMULADORES
HABILIDAD	(Todas)
MERCADO	(Varios elementos)

INSTRUCTOR	MODELO
Carlos Diaz Calle	CAT
	Habilitado
	IMMERSIVE
	Habilitado
Frank Alva Orozco	CAT
	Habilitado
Hector Pacheco Portugal	CAT
	Habilitado
	IMMERSIVE
	Habilitado
Hugo Rulier Zevallos	CAT
	Habilitado
Lombardo Casaño Meza	CAT
	Habilitado
Nestor Sanchez Zanabria	CAT
	Habilitado
Rómulo Ochoa Solis	IMMERSIVE
	Habilitado

ANEXO 17

MATRIZ DE COHERENCIA

MATRIZ DE COHERENCIA		
PROBLEMAS	**OBJETIVOS**	**HIPOTESIS**
Generales		
¿Cómo la aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017?	Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017	La aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017
Específicos		
¿Cómo la aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017?	Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017	La aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la eficiencia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017
¿Cómo la aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017?	Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017	La aplicación del mantenimiento preventivo mejorará la eficacia del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017

ANEXO 18

FICHA DEL TURNITIN: 22% DE SIMILITUD

FICHA DEL TURNITIN: 22% DE SIMILITUD

ANEXO 19

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1

Yo, LINO ROLANDO RODRIGUEZ ALEGRE, Responsable de Investigación del PFA de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SIMULADOR DE MAQUINARIA PESADA CATERPILLAR DE FERREYROS S.A., CALLAO, 2017", del estudiante CHAPOÑAN SEMINARIO FERNANDO; tiene un índice de similitud de 22 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 24 junio del 2018

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO UCV ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL LIMA

Mg. Lino Rolando Rodríguez Alegre
Docente Asesor del PFA
de la EP de Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado

ANEXO 20

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE TESIS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. **DATOS PERSONALES**
   Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)
   FERNANDO MARTIN CHAPOÑAN SEMINARIO
   D.N.I. : 42453687
   Domicilio : ASOC JUAN LINARES MZ D LOTE 09 – S.M.P.
   Teléfono : Fijo : 5288121 Móvil : 998074463
   E-mail : fernando.chaponans@gmail.com

2. **IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS**
   Modalidad:
   ☐ Tesis de Pregrado
   Facultad : INGENIERÍA
   Escuela : INGENIERÍA INDUSTRIAL
   Carrera : INGENIERÍA INDUSTRIAL
   Título : INGENIERO INDUSTRIAL

   ☐ Tesis de Post Grado
   ☐ Maestría ☐ Doctorado
   Grado : .....
   Mención : .....

3. **DATOS DE LA TESIS**
   Autor (es) Apellidos y Nombres:

   FERNANDO MARTIN CHAPOÑAN SEMINARIO

   Título de la tesis:
   APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SIMULADOR DE MAQUINARIA PESADA CATERPILLAR DE FERREYROS S.A., CALLAO, 2017.

   Año de publicación : 2018

4. **AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:**
   A través del presente documento,
   Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. ☒
   No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. ☐

   Firma : ..... Fecha : 15/04/19

ANEXO 21

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

FERNANDO MARTIN CHAPOÑAN SEMINARIO

INFORME TÍTULADO:

"APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SIMULADOR DE MAQUINARIA PESADA CATERPILLAR DE FERREYROS S.A., CALLAO, 2017"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 10/08/18

NOTA O MENCIÓN: ONCE (11)

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO UCV ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL LIMA

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN